

Projet Final Raspberry Pi

Configuration d'un service d'hosting sur le Raspberry Pi

Figure 1 : Image d'illustration - hébergement web



Source : (Mawunyon, 2022)

Etudiants : Jonathan Rapin, Joiakim Dasek

Professeurs : Xavier Barmaz, David Russo

Date du rendu : 26.01.2023

Résumé exécutif

Dans ce rapport, nous présentons 4 types différents de services d'hébergement qui nous permet de mieux comprendre comment nous pouvons héberger un site web avec un ou plusieurs serveurs. Nous décrivons les caractéristiques du processeur, de la mémoire RAM et de la carte micro SD de notre Raspberry Pi 4B afin de mieux comprendre les besoins en terme de matériel de notre futur service d'hosting et de vérifier si la puissance de calcul de notre Raspberry Pi est suffisante pour gérer différents serveurs virtuels en même temps.

Nous effectuons une analyse de services d'hosing en Suisse et dans le monde afin mieux cerner les différences entre les offres. Nous constatons que les prix restent assez similaires entre les services d'hébergement en Suisse et dans le monde. La capacité de stockage varie énormément en fonction de la taille de l'hébergeur. Les grandes sociétés comme IONOS et HostGator ont de nombreux datas centers avec une capacité de stockage suffisamment étendue pour proposer des espaces de stockage illimités à leurs utilisateurs. Les hébergeurs suisses ont des offres réduite en comparaison internationale mais respectent le RGPD et donc la confidentialité des données est garantie, ce qui n'est pas le cas d'IONOS ou d'HostGator.

Avant d'installer Virtualmin sur notre Raspberry Pi, nous consultons les distributions Linux compatibles. Nous optons pour la distribution Linux Ubuntu Server 22.04 LTS pour notre service d'hosting. Dès que le système d'exploitation est opérationnel, nous téléchargeons et installons Virtualmin selon les instructions fournies sur le site officiel.

Dès que cette étape est passée, nous configurons les différents types de comptes de notre service d'hosting avec les plans « utilisateur ». Toutes les actions que les gens peuvent effectuer dans notre service d'hosting sont paramétrables par l'administrateur. Il dispose de tous les droits et les permissions dans notre service d'hosting. Nous montrons comment sauvegarder les différents serveurs virtuels et le contenu de nos utilisateurs. Nous avons la possibilité de proposer WordPress à nos différents utilisateurs. Nous dérivons toutes les étapes pour mettre en place WordPress sur Virtualmin. Nous présentons les différents types de comptes que nous souhaitons mettre en place sur notre service d'hosting.

Dans le dernier chapitre, nous expliquons comment créer une page de souscription à notre service d'hosting avec un script qui crée automatiquement des serveurs virtuels avec le nom entré par le nouvel utilisateur.

Mots clés : hébergement web, Raspberry Pi, Virtualmin, hosting, open-source, serveurs, DNS, HTTP, sites web, serveurs virtuels, script bash

Table des matières

Résumé exécutif	2
1. Types d'hébergement web proposés par les services d'hosting	8
2. Description du hardware du Raspberry Pi 4 B	10
3. Présentation de différents services de hosting en Suisse et comparaison avec notre service d'hosting 13	
4. Présentation de services d'hostings dans le monde et comparaison avec notre service d'hosting	18
5. Comparatif de la consommation d'énergie entre notre service d'hosting et Infomaniak.ch	24
6. Cluster de Raspberry Pi pour augmenter la puissance de calcul de notre service d'hosting	26
7. Installation du panneau d'administration de notre service d'hosting sur notre Raspberry Pi 4B	28
7.1 Choix du tableau de bord pour administrer notre service d'hosting sur notre Raspberry Pi 4B	28
7.2 Installation Ubuntu Server 22.04 LTS sans Desktop avec Pi Imager	30
7.3 Modification des options avancées de notre routeur internet.....	34
7.4 Activation et configuration du DnyDNS d'infomaniak sur notre routeur internet	36
7.5 Installation de Virtualmin sur le Raspberry Pi.....	40
8. Configuration des options Virtualmin après installation.....	43
9. Comptes utilisateurs et serveurs virtuels de Virtualmin.....	49
9.1 Présentation des différents comptes utilisateurs et des serveurs virtuels de Virtualmin	49
9.2 Création du compte de l'administrateur principal de Virtualmin	49
9.3 Création du modèle pour les serveurs virtuels et le sous-serveurs	52
9.4 Création des différents types de comptes de notre service d'hosting	53
9.6 Sauvegardes planifiées des serveurs virtuels	57
9.7 Créations des serveurs virtuels pour les trois types d'offres de notre service d'hosting.....	59
9.8 Installation de WordPress pour le plan utilisateur « Entreprise ».....	62
10. Création et configuration de la page de souscription à notre service d'hosting avec script d'automatisation.....	64
Conclusion	67
Sources.....	69
Annexe – Procédure de souscription à notre service d'hosting	72

Table des illustrations

Figure 1 : Image d'illustration - hébergement web	1
Figure 2 : Comment fonctionne un service d'hébergement Web	7
Figure 3 : Hébergement mutualisé	8
Figure 4 : Hébergement VPS	9
Figure 5 : Hébergement Cloud	9
Figure 6 : Hébergement sur un serveur dédié.....	10
Figure 7 : SoC du Raspberry Pi 4B	11
Figure 8 : RAM du Raspberry Pi 4B	12
Figure 9 : Exemple de carte micro SD.....	12
Figure 10 : Différents serveurs Dell PowerEdge R250 Rack	13
Figure 11 : Comparatif des offres d'hébergement de Infomaniak.ch.....	14
Figure 12 : Offres détaillées d'Infomaniak.ch	15
Figure 13 : Différentes offres d'hébergement de Hostpoint.ch.....	16
Figure 14 : Offres d'hébergement de Kreativmedia Hosting	17
Figure 15 : Prix des différentes offres d'hébergement de GoDaddy	18
Figure 16 : Offres d'hébergement détaillées de GoDaddy	19
Figure 17 : Prix des offres d'hébergement d'IONOS	19
Figure 18 : Offres détaillées d'hébergement d'IONOS	20
Figure 19 : Comparatif des caractéristiques techniques des serveurs dédiés d'IONOS avec d'autres services d'hosting comme Web hosting, ASP.NET Hosting et VPS	20
Figure 20 : Puissance des serveurs dédiés d'IONOS	21
Figure 21 : Offres d'hébergement d'HostGator	22
Figure 22 : Offres détaillées d'HostGator – partie 1	22
Figure 23 : Offres détaillées d'HostGator - partie 2	23
Figure 24 : Offre sur serveurs dédiés d'HostGator	23
Figure 25 : Conversion de 450 Watts en kWh annuel avec le site Online-Calculator	24
Figure 26 : Consommation annuelle de notre service d'hosting	25
Figure 27 : évolution prévisionnelle de l'efficacité énergétique - Infomaniak	26
Figure 28 : Exemple de cluster de Raspberry Pi.....	27
Figure 29 : Systèmes d'exploitation supportés par Virtualmin	29
Figure 30 : Systèmes d'exploitation non-recommandés pour Virtualmin	29
Figure 31 : Choix de la distribution Linux Ubuntu Server 22.04.1 LTS (64-bit).....	30
Figure 32 : Options avancées de Raspberry Pi Imager	30
Figure 33 : Configuration de l'utilisateur principal	31
Figure 34 : Réglages du fuseau horaire et du clavier.....	31
Figure 35 : Connexion en SSH à notre Raspberry Pi via le terminal de Windows	32
Figure 36 : Commandes pour mettre à jour Ubuntu.....	32
Figure 37 : Message de confirmation de la mise à jour du noyau du système d'exploitation	33
Figure 38 : Choix des services à redémarrer sur le système d'exploitation	33
Figure 39 : Commande pour redémarrer notre Raspberry Pi	33
Figure 40 : Aperçu du réseau dans lequel se situe notre Raspberry Pi	34
Figure 41 : Configuration des options d'économie d'énergie	35
Figure 42 : Gestion des paramètres réseau de notre routeur	35
Figure 43 : Attribuer une adresse IP statique à notre Raspberry Pi.....	35
Figure 44 : Activation du DMZ pour notre Raspberry Pi.....	36
Figure 45 : Sélection d'un autre prestataire DynDNS dans notre routeur.....	36
Figure 46 : Connexion au compte d'Infomaniak.....	37
Figure 47 : Page "Domaines" de notre profil Infomaniak	37
Figure 48 : Ajout du Dynamic DNS pour "dealium.online".....	37
Figure 49 : Ajout du Dynamic DNS pour dealium.online	38
Figure 50 : Page « Dynamic DNS »	38
Figure 51 : Configuration du service DynDNS d'Infomaniak	38
Figure 52 : Zone DNS de dealium.online	39
Figure 53 : Ajouter un enregistrement DNS pour dealium.online	39
Figure 54 : Confirmation de l'ajout du CNAME à dealium.online	39
Figure 55 : Procédure d'installation de Virtualmin	40

Figure 56 : Téléchargement de Virtualmin	40
Figure 57 : Téléchargement de Virtualmin depuis	41
Figure 58 : Commande pour installer Virtualmin	41
Figure 59 : Message de bienvenue de l'installation de Virtualmin	41
Figure 60 : Différentes étapes de l'installation de Virtualmin	42
Figure 61 : Ouverture de Virtualmin depuis notre navigateur	42
Figure 62 : étapes à réaliser après l'installation	43
Figure 63 : Connexion au panneau de Virtualmin pour la configuration après installation	43
Figure 64 : Première fenêtre de configuration de Virtualmin après installation	44
Figure 65 : utilisation de la mémoire RAM	44
Figure 66 : Désactivation de la recherche de ClamAV	44
Figure 67 : Choix de la base de données	45
Figure 68 : Configuration de la zone DNS	45
Figure 69 : Dernière page de configuration après installation	45
Figure 70 : Stockage des mots de passes	45
Figure 71 : Laisser les paramètres de base de MariaDB	46
Figure 72 : Emplacement des certificats SSL	46
Figure 73 : Création du serveur avec le domaine	46
Figure 74 : Fin de la configuration après installation de Virtualmin	46
Figure 75 : Vérification et rechargement de la configuration de Virtualmin	47
Figure 76 : Recherche des mises à jour de Virtualmin	47
Figure 77 : Lise des mises à jour disponibles	47
Figure 78 : Choix des options des sauvegardes planifiées	48
Figure 79 : Choix de la fréquence des sauvegardes planifiées	48
Figure 80 : Sélection de l'utilisateur "pi"	50
Figure 81 : Bas de la page de configuration de l'utilisateur "pi"	50
Figure 82 : Création de l'utilisateur "dealium"	51
Figure 83 : Connexion à Webmin avec l'utilisateur dealium	51
Figure 84 : Création du modèle de serveur	52
Figure 85 : Édition du modèle de serveur	52
Figure 86 : Création d'un modèle pour les sous-serveurs	53
Figure 87 : Édition du modèle de sous-serveur	53
Figure 88 : Création d'un plan utilisateur	53
Figure 89 : Création du plan utilisateur "Entreprise Plan"	54
Figure 90 : Fonctions accessibles aux utilisateurs des comptes « Entreprise Plan »	54
Figure 91 : Actions réalisables par les utilisateurs des comptes « Entreprise Plan »	54
Figure 92 : Création du plan utilisateur « Professional Plan »	55
Figure 93 : Fonctions accessibles aux utilisateurs des comptes « Professional Plan »	55
Figure 94 : Actions réalisables par les utilisateurs des comptes « Professional Plan »	55
Figure 95 : Création du plan utilisateur "Basic Plan"	56
Figure 96 : Fonctions accessibles à l'utilisateur du compte « Basic Plan »	56
Figure 97 : Actions réalisables par l'utilisateur du compte « Basic Plan »	56
Figure 98 : Résumé des différents comptes utilisateurs de notre service d'hosting	57
Figure 99 : Création des sauvegardes planifiées des serveurs virtuels	57
Figure 100 : Choix des serveurs virtuels sauvegardés	57
Figure 101 : Options de sauvegarde des serveurs virtuels	58
Figure 102 : Création d'un dossier pour stocker	58
Figure 103 : Choix de l'emplacement des sauvegardes	58
Figure 104 : Choix des horaires de sauvegardes des serveurs virtuels	59
Figure 105 : Suppression des anciennes sauvegardes	59
Figure 106 : Résumé de la sauvegarde planifiée de tous les serveurs virtuels	59
Figure 107 : Différents comptes de notre service d'hosting	60
Figure 108 : Création du serveur virtuel pour les comptes « Entreprise »	60
Figure 109 : Création du serveur virtuel pour les comptes « Professional »	60
Figure 110 : Création du serveur virtuel pour les comptes « basic »	61
Figure 111 : Création du serveur virtuel pour gérer la page de souscription	61
Figure 112 : Liste des scripts disponibles pour Virtualmin	62
Figure 113 : Installation du script d'installation de WordPress	62
Figure 114 : Affichage de la page par défaut de WordPress	63

Figure 115 : Accès à WordPress avec l'utilisateur "Entreprise"	63
Figure 116 : Création d'un redirection pour la page	64
Figure 117 : Configuration des privilèges	64
Figure 118 : Page de connexion WordPress de l'utilisateur "Subscribe"	65
Figure 119 : Modification de l'apparence de la page de souscription	65
Figure 120 : Préparation de la page de souscription.....	66
Figure 121 : Accès à File Manager pour accéder au dossier WordPress	66
Figure 122 : Script php pour générer automatiquement.....	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques Techniques du Raspberry Pi 4B	10
Tableau 2 : Comparatif entre le Raspberry Pi 4B et le serveur Dell PowerEdge R250	14
Tableau 3 : Comparaison des coûts entre le Raspberry Pi 4B.....	25

Table des abréviations

CMS	RGPD
Content Management System	Règlement général sur la protection des
7, 13	données
CPU	18
Central Processing Unit	SD
10	Secure Digital
DDoS	12
Denial of Service attack	SEO
17	Search Engine Optimization.....
DNS	22
Domain Name System	SoC
11, 34	System on Chip
FTP	10
File Transfer Protocol	SSD
11	solid-state drive
Go	12
Giga Octets	SSH
11	Secure Shell
GPU	13
Graphics Processing Unit	SSL
10	Secure Socket Layer
IP	46
Internet Protocol Adress.....	To
23	Teraoctet.....
KWh	12
Kilowattheure	USB
24	Universal Serial Bus
LPDDR	12
Low Power Double Data Rate.....	VPS
11	Virtual Private Server
Mo	8
Mega Octet.....	Wifi
15	Wireless Local Area Network
RAM	31
Random-access memory	
11	

Introduction

Un service d'hébergement web sert à stocker les fichiers et dossiers de notre site internet sur un serveur afin que d'autres personnes puissent accéder à notre site internet en tapant notre nom de domaine dans leurs navigateurs. Les hébergeurs de site web donnent la possibilité d'acheter un nom de domaine spécifique. Pour que les gens puissent accéder à notre site web, il est nécessaire que le nom de domaine soit lié avec l'hébergement web. Si ce n'est pas le cas, il est nécessaire de configurer les DNS. Les services d'hébergement en ligne fournissent des outils très simple pour acheter un nom de domaine et le lier avec notre espace d'hébergement en ligne.

Les sociétés d'hébergement en ligne disposent de data centers ayant de grandes capacités de stockage pour héberger un grand nombre de sites internet de particuliers ou d'entreprises. Elles se chargent de la maintenance et de la gestion des différents serveurs. Les utilisateurs louent un espace de stockage en ligne auprès d'hébergeurs comme Infomaniak. Les offres proposées par les différents services d'hosting dépendent de la quantité de stockage proposé, de la quantité de trafic autorisée ou de la puissance des serveurs. Plus notre site web est complexe et plus nous devons disposer de serveurs supportant des technologies web plus avancées et ayant plus de puissance. Une personne qui veut créer un site internet statique avec quelques pages n'a pas la même offre qu'une entreprise qui propose des services en ligne à ses clients.

L'hébergeur web s'occupe de tous les aspects techniques liés à la gestion des serveurs et fournit une interface graphique simple pour que chaque utilisateur puisse gérer tous ses fichiers stockés en ligne, ses noms de domaines, ses configurations DNS et ses différents adresses mails. Les services d'hosting mettent à disposition de leurs utilisateurs des outils de création de pages web qui évitent de mettre en place WordPress et une base de données de type MariaDB sur leurs espaces de stockage en ligne. Des applications web sont parfois proposées aux utilisateurs des services d'hébergement pour installer divers CMS.

Figure 2 : Comment fonctionne un service d'hébergement Web



Source : (Domantas, 2023)

Les services d'hosting s'occupent de sécuriser leurs serveurs afin de protéger les données de leurs clients. Ils effectuent des sauvegardes régulières des données de leurs utilisateurs afin de les restaurer en cas de problèmes. Le nombre de serveurs équipant les data centers est suffisamment important pour sauvegarder les données des utilisateurs sur plusieurs serveurs différents. En cas de panne d'un serveur, le service d'hosting a suffisamment de ressources disponibles pour rediriger les requêtes des utilisateurs vers les autres serveurs. La panne d'un serveur n'a aucune incidence sur la disponibilité des données des utilisateurs.

Les données stockées sur un service d'hébergement en ligne sont accessibles 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. La plupart des offres d'hébergement donnent accès à un espace en ligne situé sur un ou plusieurs serveurs. La charge de travail est répartie entre les serveurs afin de ne pas perturber le bon fonctionnement des différents sites web hébergés. Les coûts de maintenance et de fonctionnement des serveurs sont pris en charge par les hébergeurs de site web. Si nous décidons de mettre en place notre propre serveur, nous devons l'installer et le configurer par nous-mêmes. En optant pour l'une des offres d'hébergement proposée par Infomaniak par exemple, nous avons accès à un espace de stockage en ligne après l'activation de notre compte. Un serveur web est très gourmand en énergie et donc nous devons prendre en compte son coût élevé de fonctionnement pour choisir entre un service d'hosting en ligne ou un serveur que l'on installe chez soi. Dans le premier chapitre, nous présentons les différents types d'hébergement que propose la plupart des services d'hosting. Nous comparons les caractéristiques techniques de notre Raspberry Pi 4B avec celles d'un serveur d'entrée de gamme potentiellement employé par un service d'hosting comme Infomaniak. Nous analysons les offres proposées par différents services d'hosting en Suisse et dans le monde. Dans les chapitres suivants, nous expliquons toutes les étapes pour mettre en place un service d'hosting sur notre Raspberry Pi.

1. Types d'hébergement web proposés par les services d'hosting

Les hébergeurs de site web proposent plusieurs types d'hébergement. L'offre basique de la plupart des services d'hébergement en ligne repose sur le partage des ressources d'un serveur entre plusieurs personnes. Le prix de ce type d'hébergement est très faible. L'hébergement mutualisé convient mieux aux particuliers et aux petites entreprises qui veulent publier un site internet très simple avec peu de trafic et quelques pages. Nous ne pouvons pas accéder aux options de configuration du serveur. Si nous améliorons notre site internet avec des technologies web plus complexes, nous devons changer d'offre d'hébergement afin d'accéder à des serveurs plus puissants et capables de gérer plus de trafic. Ce type d'offre est accessible aux personnes qui n'ont pas de connaissances techniques en termes d'édition de sites internet et de gestion de serveurs web.

Figure 3 : Hébergement mutualisé



Source : (Krimi, 2023)

L'hébergement sur un serveur privé virtuel (VPS) repose sur un serveur web qui est partagé entre plusieurs utilisateurs. Chaque personne dispose d'un serveur virtuel avec un espace en ligne spécifique. Ce type d'hébergement convient surtout aux sites de taille moyenne et aux boutiques en lignes qui connaissent une croissance important de leurs visiteurs. Notre service d'hosting repose sur le principe de l'hébergement web VPS. Chaque utilisateur de notre service d'hosting dispose d'un serveur virtuel sur lequel il dispose d'un espace en ligne bien défini. L'augmentation du trafic sur les autres sites hébergés sur notre service d'hosting n'a pas d'impact sur les performance de notre site internet.

Figure 4 : Hébergement VPS



Source : (Krimi, 2023)

L'hébergement Cloud est basé sur la mise en commun de plusieurs serveurs web pour héberger des sites internet. Si un serveur tombe en panne ou est saturé, les autres serveurs sont capables de prendre le relais pour maintenir la disponibilité des différents sites internet. Un site web repose sur les ressources de plusieurs serveurs. Ce type d'offre est généralement plus chère que les offres standard. Le risque d'indisponibilité de notre site est assez faible avec ce type d'offre. La charge de travail est répartie entre plusieurs serveurs. Les entreprises qui disposent de plusieurs sites web et les grandes boutiques en ligne ont intérêt à sélectionner ce type d'offre pour garantir que leurs services en lignes soient disponibles tout le temps. Les sites internet hébergés sur le cloud peuvent accueillir un trafic très important d'utilisateurs. Ce type d'hébergement nous protège contre les attaques DDoS.

Figure 5 : Hébergement Cloud



Source : (Krimi, 2023)

L'hébergement sur serveur dédié est très onéreuse. Pour chaque site internet, nous avons un serveur physique qui nous est attribué. Nous pouvons accéder à toutes les options de

configuration du serveur. Le système d'exploitation installé sur le serveur est personnalisable. L'environnement d'hébergement est paramétrable. Ce type d'offre s'adresse plutôt à de très grandes entreprises qui ont besoin de disposer de leurs propres serveurs pour héberger leurs sites web qui reçoivent énormément de visites chaque jour. Ce type d'offre nécessite de bonnes connaissances en termes de gestion des serveurs web.

Figure 6 : Hébergement sur un serveur dédié



Source : (Krimi, 2023)

Dans le chapitre suivant, nous présentons les caractéristiques techniques du Raspberry Pi 4B sur lequel repose notre service d'hosting.

2. Description du hardware du Raspberry Pi 4 B

Nous avons décidé d'installer notre service d'hosting sur un Raspberry Pi 4 modèle B.

Nous vous donnons dans le tableau récapitulatif, ci-dessous, les différentes caractéristiques techniques du Raspberry Pi 4 modèle B :

Tableau 1 : Caractéristiques Techniques du Raspberry Pi 4B

Caractéristiques techniques	
CPU	quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64 bit SoC - 1.5GHz
Mémoire RAM	4GB LPDDR4
Wifi	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless
Bluetooth	5.0
Alimentation	5V DC via USB-C connector (minimum 3A1)
USB 3.0	2 ports
USB 2.0	2 ports
Ethernet	1 port
Carte micro SD	1 support
Sortie audio	Jack 3,5 mm
Sortie vidéo	2 sorties micro HDMI 4K – 60 fps
GPIO	40 branchements

Source : (Rapin, 2022)

Le Raspberry Pi modèle 4B est équipé d'un processeur ARM quatre cœurs Cortex A72 avec une cadence de 1,5 GHz et une architecture en 64 bits. Le processeur (CPU) et la puce graphique (GPU) de notre Raspberry Pi sont compris dans la même puce sur le carte mère de notre Pi. Cette puce se nomme le SoC ou System on Chip. Avec l'architecture en 64 bits de notre processeur, nous pouvons utiliser plus que 4 Go de mémoire vive sur notre Raspberry Pi. La cadence du processeur ARM de notre Pi permet d'effectuer 1,5 millions d'opérations à la seconde. Cette puissance de calcul est suffisante pour installer un service d'hosting sur notre Pi qui contient quelques utilisateurs. Si nous prévoyons d'étendre notre service d'hosting à un nombre d'utilisateur plus grand, nous devons disposer d'un processeur plus puissant pour que gérer les différentes requêtes et éviter d'avoir de nombreux ralentissements. La consommation d'énergie du processeur ARM de notre Raspberry Pi est plus faible que celle d'un processeur normal. Les processeurs des serveurs des services d'hosting consomment plus d'énergie que le processeur ARM de notre Raspberry Pi.

Figure 7 : SoC du Raspberry Pi 4B



Source : (Halfacree, Benchmarking the Raspberry Pi 4, 2019)

La mémoire RAM de notre Raspberry Pi est de 4 Go. Elle se trouve à côté du SoC sur la carte mère du modèle 4B. Cette mémoire sert à stocker temporairement toutes les informations nécessaires pour que le processeur puisse exécuter différents programmes. Sur la carte mère de notre Raspberry Pi, la mémoire RAM est soudée à la carte mère. Le type de mémoire RAM de notre modèle de Pi est LPDDR4 (Low Power Double Data Rate 4). Ce type de mémoire convient surtout aux appareils mobiles ont des cartes mères plus petites qu'un ordinateur classique et qui ont une batterie. Nous n'avons pas la possibilité de rajouter des barrettes RAM comme sur un serveur ou un ordinateur classique. Il n'y a pas de slots vides pour rajouter de nouvelles barrettes RAM sur la carte mère de notre Pi. Nous ne pouvons pas rajouter de la mémoire RAM pour gérer un nombre plus grand de requêtes des utilisateurs externes qui se connectent à notre service d'hosting. Il doit se limiter à quelques utilisateurs car notre Raspberry Pi n'est pas capable de gérer un trafic plus grand. Plus on ajoute des utilisateurs sur notre service d'hosting et plus on a besoin d'une puissance de calcul plus grande. Les datas centers des services d'hosting ont un nombre important de serveurs qui sont capables de répondre aux demandes de nombreux utilisateurs qui peuvent utiliser simultanément un service FTP, DNS, ou HTTP sur le même serveur. Le Raspberry Pi sur lequel nous mettons en place notre service d'hosting qui sera uniquement dédié à la gestion des services HTTP, DNS, FTP proposés aux utilisateurs.

Figure 8 : RAM du Raspberry Pi 4B

Source : (PiHut)

Les utilisateurs de notre service d'hostings n'emploient pas des services gourmands en ressources. Ils peuvent accéder à un espace FTP et héberger des sites internet. Le nombre de personnes qui se connectent en même temps sur notre service est limité et donc on arrive à exploiter toute la puissance de calcul d'un Raspberry Pi standard pour gérer un service d'hosting destiné à quelques personnes.

Nous utilisons une carte microSD pour stocker le système d'exploitation de notre Raspberry Pi. Cette carte mémoire a une capacité totale de 32 Go. Chaque utilisateurs aura au maximum quelques Go de stockage pour les différents services proposés. Les comptes FTP auront un espace calculé en fonction de l'espace restant disponible après l'installation du système d'exploitation et du service d'hosting. Si vous souhaitons proposer un espace de stockage plus grand aux différents utilisateurs de notre service d'hosting, il nous suffit d'installer le système d'exploitation Raspbian sur notre un disque dur SSD externe et de mettre le service d'hosting sur le disque dur SSD.

Figure 9 : Exemple de carte micro SD

Source : (Digitec.ch, 2023)

Avant de mettre en place notre service d'hosting, nous devons prévoir le nombre d'utilisateurs maximal afin de disposer de suffisamment d'espace de stockage et de puissance de calcul. Un disque dur externe en SSD a plus une capacité de stockage qui dépasse largement celle d'une carte micro SD. Nous avons la possibilité d'acquérir un disque dur externe de 1To ou 1000 Go pour une centaine de francs auprès d'un site de ventes en ligne comme Digitec.ch ou Microspot.ch. Les disques durs externes en SSD connectés via un port USB 3.0 ont un débit de transfert théorique de 5 Gbits par secondes ce qui correspond à 625 Mo/s. Une carte micro SD a un débit théorique compris entre 10 Mo/s et 95 Mo/s. (Kingston Technologies). Un disque dur externe connecté par port USB 3.0 est bien plus rapide qu'une carte micro SD.

3. Présentation de différents services de hosting en Suisse et comparaison avec notre service d'hosting

Sur la marché suisse, nous avons trois principaux services d'hébergement en ligne. Il y a Infomaniak.ch, Hotspot.ch, kreativmedia.ch.

L'offre de base d'infomaniak.ch comprend la création de 20 à 100 sites internet, 250 à 500 Go d'espaces de stockage en SSD, des accès en SSH, FTP, SFTP, WebFTP, WebSSH pour 10,91 frs par mois. Il est possible d'utiliser Wordpress ou une centaine d'autres CMS sur le compte utilisateur proposé à 10,91 frs. Une adresse mail gratuite est disponible avec l'offre de base. Cette offre s'adresse aux particuliers et aux petites entreprises qui ont des besoins assez limités en termes d'hébergement de pages web et de stockage de données. Les 250 à 500 Go sont largement suffisant pour créer plusieurs sites internet dynamiques avec un CMS comme Wordpress. Si on compare la configuration de notre Raspberry Pi et celle des serveurs d'Infomaniak.ch, on remarque qu'il nous manque de l'espace de stockage, de la mémoire RAM et de la puissance au niveau du processeur de notre Raspberry. Pi. Le modèle de serveur utilisé par Infomaniak n'a pas été communiqué mais on peut estimer les caractéristiques techniques de leurs serveurs en nous basant sur les informations données dans la rubrique type de serveurs. Infomaniak utilise des serveurs Dell de dernière génération. (infomaniak.com, 2023). Nous visitons site internet de Dell et nous cherchons les serveurs de dernière génération. Sur la page consacrée aux serveurs de nouvelles générations, nous cliquons sur le serveur au format rack PowerEdge R250. Nous prenons le modèle équipé d'un processeur Intel Xeon affiché à 1520,24 euros puisque le site d'Infomaniak indiqué que leurs serveurs sont équipée de processeurs Intel Xeon. Nous avons repris la puissance du processeur, la quantité de mémoire RAM et l'espace de stockage disponible pour comparer notre Raspberry Pi 4B et le rack Dell PowerEdge R 250.

Figure 10 : Différents serveurs Dell PowerEdge R250 Rack

 <p>Smart Selection PowerEdge R250 Serveur Rack</p> <p>1 229,17 € 1 024,31 € hors TVA</p> <p>Afficher les dates de livraison</p> <ul style="list-style-type: none"> Processeur: 1xPentium G6405T 3.5GHz Mémoire: 1x8GB UDIMM Disque dur: 1x1TB 7.2K RPM SATA Entry Garantie: 3ans Basic NBD <p>Serveur format rack d'entrée de gamme offrant un équilibre parfait entre adaptabilité et prix abordable</p> <p>Payez en 4X sans frais avec PayPal. En savoir plus</p> <p> Jusqu'à 3% du montant en Dell Rewards</p> <p>Code de commande per2501a</p> <p>Configurer et acheter</p>	 <p>Smart Selection PowerEdge R250 Rack Serveur Achat Facile</p> <p>1 520,24 € 1 266,87 € hors TVA</p> <p>Afficher les dates de livraison</p> <ul style="list-style-type: none"> Processeur: 1xXeon E-2314 2.8GHz Mémoire: 1x16GB UDIMM Disque dur: 1x1TB 7.2K RPM SATA Entry Garantie: 3ans Basic NBD <p>Serveur rack à socket unique qui rationalise la productivité et assure un calcul puissant et performant</p> <p>Payez en 4X sans frais avec PayPal. En savoir plus</p> <p> Jusqu'à 3% du montant en Dell Rewards</p> <p>Code de commande per25010s</p> <p>Configurer et acheter</p>	 <p>Smart Selection PowerEdge R250 Rack Back-up Server + Windows Server 2022</p> <p>2 518,75 € 2 098,96 € hors TVA</p> <p>Afficher les dates de livraison</p> <ul style="list-style-type: none"> Processeur: 1xXeon E-2324G 3.1GHz Mémoire: 2x16GB UDIMM Disque dur: 1x2TB HDD SATA Garantie: 3ans Basic NBD <p>Serveur rack à 1S avec Windows Server 2022 pré-installée qui rationalise la productivité et la performance</p> <p>Payez en 4X sans frais pour les achats éligibles avec PayPal. En savoir plus</p> <p> Jusqu'à 3% du montant en Dell Rewards</p> <p>Code de commande per25011s</p> <p>Configurer et acheter</p>
---	---	---

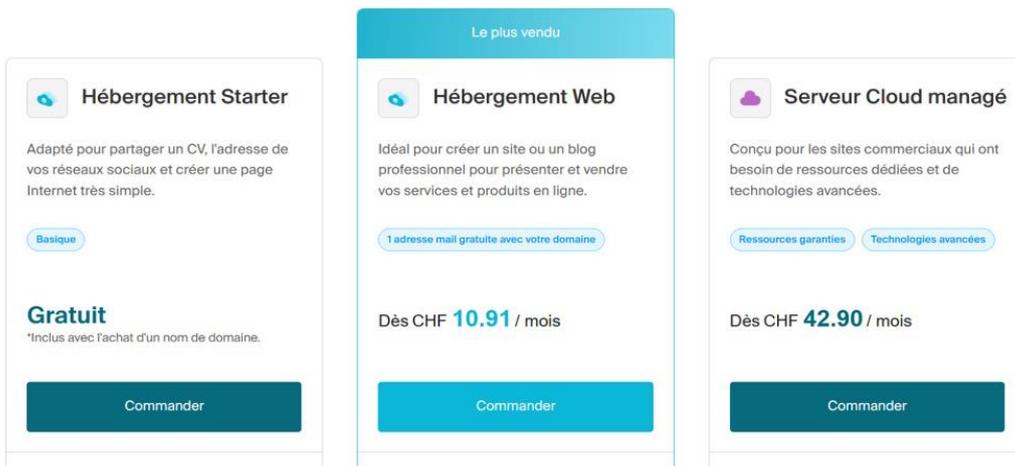
Source : (Dell, 2023)

Tableau 2 : Comparatif entre le Raspberry Pi 4B et le serveur Dell PowerEdge R250

Eléments matériels	Raspberry Pi 4B	Serveur Dell PowerEdge R250
Processeur	ARM Cortex A72 quadcore cadence à 1,5 GHz	Intel Xeon E-2314 8 cœurs cadencé à 2.8 GHz
Mémoire RAM	4 Go LPDDR	16 Go UDIMM
Espace de stockage	32 Go	1 To ou 1000 Go

Source : Auteurs

On constate qu'il existe de nombreuses différences entre notre Raspberry Pi et le serveur Dell PowerEdge R250. Le Raspberry Pi est conçu pour des tâches bureautiques et des tâches peu gourmandes en ressources matérielle. Un serveur est conçu pour gérer un grand nombre de requêtes utilisateur et donc on retrouve un processeur plus puissant dans un serveur avec une mémoire cache plus important que sur le processeur d'un ordinateur de bureau. La mémoire vive de notre Raspberry Pi est seulement que de 4 Go alors que celle d'un simple serveur est de 16 Go. Avec plus de mémoire vive, nous pouvons traiter toutes les requêtes des utilisateurs en même temps et donc le panneau de configuration qui permet d'accéder aux services DNS, HTTP et FTP sera plus fluide et ne risque pas de se bloquer. L'espace de stockage de notre Raspberry Pi est suffisant pour un service d'hosting avec un nombre de personnes très limité. Nous devons offrir un service très réduit contrairement à ce que propose Infomaniak. Néanmoins, si nous installons notre service d'hosting sur un disque dur externe ayant une capacité de 1 To, nous pouvons offrir plus d'espace aux utilisateurs. Les services d'hostings exploitent un grand nombre de serveurs qui sont capables de travailler ensemble. La puissance de calcul cumulée de tous les serveurs est largement suffisante pour accueillir un nombre important d'utilisateurs qui effectuent de nombreuses tâches différentes en même temps.

Figure 11 : Comparatif des offres d'hébergement de Infomaniak.ch


The screenshot displays three hosting plans from Infomaniak.ch:

- Hébergement Starter**: Adapté pour partager un CV, l'adresse de vos réseaux sociaux et créer une page Internet très simple. Basique. **Gratuit** (Inclus avec l'achat d'un nom de domaine). Commandeur.
- Hébergement Web** (Le plus vendu): Idéal pour créer un site ou un blog professionnel pour présenter et vendre vos services et produits en ligne. 1 adresse mail gratuite avec votre domaine. Dès CHF **10.91** / mois. Commandeur.
- Serveur Cloud managé**: Conçu pour les sites commerciaux qui ont besoin de ressources dédiées et de technologies avancées. Ressources garanties, Technologies avancées. Dès CHF **42.90** / mois. Commandeur.

Source : (infomaniak.com, 2023)

Avec l'adresse mail disponible avec le service, les clients ont la possibilité d'avoir une adresse mail centrale pour leurs sites internet. Il existe une offre pour les sites commerciaux qui ont besoin de plus de ressources pour fonctionner et de technologies plus avancées. Cette offre cible surtout des entreprises qui ont une forte présence sur en ligne et qui ont besoin de créer par exemple un site de ventes en ligne avec de nombreuses fonctions. L'espace disponible pour le compte « serveur cloud managés » est de 2 To au maximum. Le compte « serveur cloud managés » coûte 42,90 frs par mois. Avec l'offre « serveur cloud managés » nous avons accès à des serveurs plus rapides et ayant des ressources matérielles plus importantes qu'avec le compte « Hébergement web ». Les besoins des entreprises qui souscrivent ce type d'abonnement sont plus importants que les personnes qui souscrivent à l'abonnement « hébergement web ». Les sites internet hébergés sur les serveurs des comptes « Serveur cloud managés » reposent sur des technologies web plus complexes que les sites standard et demandent plus de ressources pour fonctionner. Un site standard est souvent créé avec un CMS comme WordPress. Si nous voulons créer un site internet plus complexe qui utilise Node.js ou d'autres technologies, nous avons la possibilité de souscrire un abonnement plus cher pour bénéficier de plus de fonctions et de serveurs plus puissants. Il existe une offre gratuite pour les personnes qui souhaitent créer un site web statique. L'espace de stockage est limité à 10 Mo. Le tarif mensuel est limité à 1 Go. Cette offre est destinée aux personnes qui veulent partager leurs CV en ligne ou créer un site internet simple avec peu de pages puisque l'espace de stockage est très limité.

Figure 12 : Offres détaillées d'Infomaniak.ch

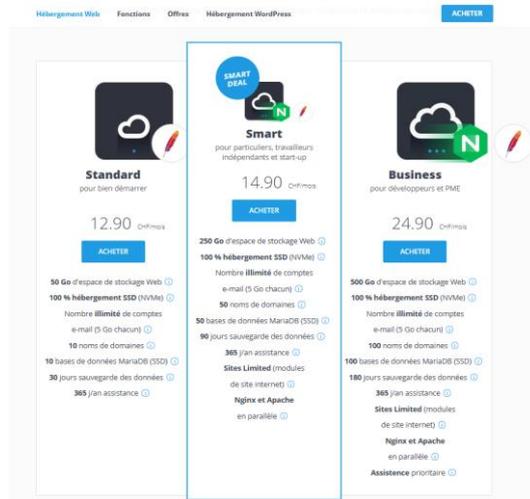
Commander	Commander	Commander
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologies de base pour un site statique (HTML, CSS) ✓ 10 Mo d'espace disque ✓ Trafic limité (1 Go / mois) ✓ Accès FTP sans SSH 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologies populaires pour des sites dynamiques (HTML, CSS, PHP, MySQL/MariaDB, Apache, etc.) ✓ De 20 à 100 sites (domaines non inclus) ✓ De 250 à 500 Go d'espace SSD ✓ WordPress avec Divi +100 CMS en 1 clic ✓ Trafic illimité ✓ Accès FTP et SSH 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ressources garanties avec monitoring en temps réel ✓ Jusqu'à 32 vCPU et 96 Go de RAM ✓ De 20 à 400 sites (domaines non inclus) ✓ De 250 Go à 2 To d'espace SSD ✓ WordPress avec Divi +100 CMS en 1 clic ✓ Technologies sur mesure (Node.js, Elastic Search, MongoDB, etc.) ✓ Systèmes avancés de cache (Memcache, Opcache, Varnish, Redis) ✓ IP dédiée incluse ✓ Trafic illimité ✓ Accès FTP et SSH ✓ Uptime garanti à 99,9%

Source : (infomaniak.com, 2023)

Hostpoint.ch propose trois types d'abonnement mensuel d'hébergement web. Les prix vont de 12,90 frs à 24,90 frs. Les trois offres comprennent les services http, FTP et DNS. Le nombre de sites est limité à 10 pour l'offre à 12,90 frs par mois. L'offre à 24,90 frs par mois permet de créer 100 sites au maximum. L'espace de stockage va de 50 Go à 500 Go pour l'offre la plus chère. La carte microSD de notre Raspberry Pi 4B a une capacité de stockage beaucoup plus faible que celle des serveurs d'Hostpoint.ch. Nous disposons de 32 Go de mémoire sur la carte microSD au total. En enlevant l'espace pris par le système d'exploitation, il nous reste pas suffisamment d'espace disponible pour rivaliser avec l'offre standard d'hostpoint.ch. Les offres « Smart » et

« Business » donnent accès à un éditeur de site internet en ligne. Cet éditeur est présent dans le portail de l'utilisateur. Le panneau de contrôle de notre service d'hosting ne dispose pas d'un éditeur de sites internet intégré. Nous laissons le soin aux utilisateurs de notre service d'hosting de mettre en place une base de données de type Maria DB pour installer WordPress sur l'espace en ligne que nous leur mettons à disposition. Nous n'avons pas fixé de limites aux nombres de bases de données que les utilisateurs de notre service d'hosting peuvent mettre en place dans leurs espaces de stockage respectifs. Le panneau de gestion de chaque utilisateur dispose d'une application pour installer WordPress ou d'autres CMS sur leurs espaces de stockage en ligne. Il suffit de cliquer sur un bouton de l'interface utilisateur pour déclencher l'installation d'un CMS comme Joomla ou WordPress sur l'espace de stockage en ligne. Nous laissons le soin à nos utilisateurs de sélectionner le CMS de leur choix et de le mettre en place sur leurs espaces en ligne.

Figure 13 : Différentes offres d'hébergement de Hostpoint.ch



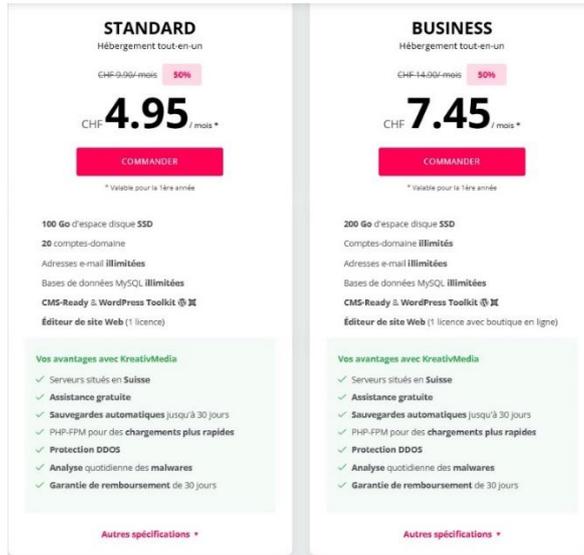
The screenshot shows three hosting plans from Hostpoint.ch:

- Standard** (12.90 CHF/mois): 50 Go d'espace de stockage Web, 100 % hébergement SSD (NVMe), Nombre illimité de comptes e-mail (5 Go chacun), 10 noms de domaines, 10 bases de données MariaDB (SSD), 30 jours sauvegarde des données, 365 j/an assistance.
- Smart** (14.90 CHF/mois) - **SMART DEAL**: 250 Go d'espace de stockage Web, 100 % hébergement SSD (NVMe), Nombre illimité de comptes e-mail (5 Go chacun), 50 noms de domaines, 50 bases de données MariaDB (SSD), 90 jours sauvegarde des données, 365 j/an assistance, Sites Limited (modules de site internet), Nginx et Apache en parallèle.
- Business** (24.90 CHF/mois): 500 Go d'espace de stockage Web, 100 % hébergement SSD (NVMe), Nombre illimité de comptes e-mail (5 Go chacun), 100 noms de domaines, 100 bases de données MariaDB (SSD), 180 jours sauvegarde des données, 365 j/an assistance, Sites Limited (modules de site internet), Nginx et Apache en parallèle, Assistance prioritaire.

Source : (Hostpoint)

Kreativmedia Hosting propose deux offres d'hébergement. La première coûte 9,9 frs par mois et comprend 100 Go d'espace de stockage, 20 domaines, un nombre illimité de sous-domaines, un nombre d'adresses mail illimité et un nombre de bases de données illimitées. Comme les autres services d'hostings, on retrouve un accès FTP et SSH. Avec l'espace de l'utilisateur sur la plateforme de Kreativmedia nous pouvons gérer l'ensemble des fichiers et des dossiers stockés sur le FTP. Comme Hostpoint et Infomaniak, il existe un menu dans l'espace de l'utilisateur sur la plateforme en ligne qui permet d'installer de manière simple un CMS en très peu de temps dans l'espace de stockage. Nous pouvons accéder à Wordpress directement depuis l'interface en ligne de l'utilisateur. Un éditeur de site internet est directement intégré dans l'interface en ligne de l'utilisateur. L'offre business coûte 14,90 frs par mois et dispose d'un espace de stockage de 200 Go et d'un hébergement multi-domaines qui permet de gérer tous nos domaines sur une seule plateforme. Les deux offres proposées par Kreativmedia disposent des mêmes fonctionnalités que le service d'hosting que nous souhaitons mettre en place.

Figure 14 : Offres d'hébergement de Kreativmedia Hosting



The image shows two pricing plans for Kreativmedia Hosting. The STANDARD plan is priced at CHF 4.95 per month (50% off from CHF 9.99) and includes 100 Go of SSD space, 20 domain names, unlimited email addresses, unlimited MySQL databases, CMS-Ready & WordPress Toolkit, and a website editor. The BUSINESS plan is priced at CHF 7.45 per month (50% off from CHF 14.99) and includes 200 Go of SSD space, unlimited domain names, unlimited email addresses, unlimited MySQL databases, CMS-Ready & WordPress Toolkit, and a website editor. Both plans offer advantages such as Swiss servers, free assistance, automatic backups, PHP-FPM, DDOS protection, malware analysis, and a 30-day refund guarantee.

Plan	Price (CHF)	Storage (Go)	Domaines	Adresses e-mail	Bases de données MySQL	CMS-Ready & WordPress Toolkit	Éditeur de site Web
STANDARD	4.95	100	20	Illimitées	Illimitées	Illimitées	1 licence
BUSINESS	7.45	200	Illimités	Illimitées	Illimitées	Illimitées	1 licence avec boutique en ligne

Source : (Kreativmedia)

Les trois services d'hosting suisse que nous avons consultés sont assez similaires. L'offre de base se situe entre 9,9 frs et 12,9 frs sur les trois services en ligne. Ils proposent tous les trois des accès en SSH et FTP, des sauvegardes des données qui varient entre 7 et 30 jours et un éditeur en ligne pour élaborer des sites internet. L'espace de stockage pour un compte standard varie de 50 à 500 Go entre les trois services. Infomaniak se démarque de ses deux autres concurrents suisse par l'espace de stockage maximal proposé qui est beaucoup plus grand que ses concurrents. Les trois services supportent les langages HTML, CSS, JS, PHP et Phyton. De nombreuses applications web sont disponibles pour les interfaces utilisateurs. Infomaniak, Hostpoint et Kreativmedia disposent de datas centers ayant une puissance de calcul beaucoup plus grande que celle de notre Raspberry Pi. Ces datas centers peuvent traiter d'énormes quantités de données en très peu de temps. Ils sont plus efficaces et plus rapides que notre Raspberry Pi pour traiter toutes les demandes. Le service d'hosting que nous souhaitons mettre en place supporte certaines technologies comme node.js pour exécuter des codes JavaScript compris dans des pages web. L'espace de stockage proposé à nos différents utilisateurs est très restreint par rapport aux services d'hosting suisses. Nous sommes bien en-dessous de la capacité de stockage minimale proposée par Infomaniak, Hostpoint et Kreativmedia. Même si nous mettons en place notre service d'hosting sur un disque dur SSD de grande capacité, nous aurons du mal à rivaliser avec la capacité totale de stockage des grands services d'hostings suisses. Nous pouvons transformer notre Raspberry Pi en serveur pour créer des sites internet en ligne, avoir un espace FTP et héberger nos propres sites web. Nous n'avons pas fixé de limitation de trafic sur notre service d'hosting. Nous partons du principe que très peu de personnes vont se connecter à notre service d'hosting. Nous ne risquons pas de surcharger notre Raspberry Pi avec un nombre de requêtes trop importantes sauf si nous subissons une attaque DDoS.

4. Présentation de services d'hostings dans le monde et comparaison avec notre service d'hosting

GoDaddy propose 4 types d'abonnement allant de 5,9 frs par mois à 19,90 frs par mois. Nous pouvons créer de 1 à 50 sites web selon les offres proposées. L'espace de stockage va de 25 Go à 100 Go pour l'offre la plus chère. Par rapport aux hébergeurs suisses comme Infomaniak, GoDaddy propose moins d'espace de stockage. Le nombre de bases de données est aussi limité à 100 pour les offres les plus chères. On retrouve la même limitation chez Infomaniak. Le service d'hosting que nous mettons en place n'aura pas de limitations de bases de données. Les utilisateurs créer autant de bases de données qu'ils le souhaitent. Ils devront juste veiller de ne pas trop remplir l'espace de stockage que nous leurs mettons à disposition. La bande passante est illimité pour tous les types de comptes d'hébergement de GoDaddy. Les serveurs des datas centers de GoDaddy sont suffisamment puissant pour gérer un trafic important d'utilisateurs. Notre service d'hosting repose sur un seul Raspberry Pi 4B tandis que celui des hébergeurs comme GoDaddy repose sur un plusieurs datas centers répartis dans le monde entier tandis que les hébergeurs comme Infomaniak et Hostpoint ont uniquement des datas centers situés en Suisse. GoDaddy a son siège social aux États-Unis. Elle applique le Cloud Act américain qui oblige les grandes entreprises qui proposent des services cloud et d'hébergement de données de fournir leurs données en cas de demandes des autorités judiciaires. Dans le rapport sur l'US CLOUD Act (loi cloud) publié par l'Office fédéral de justice et police DFJP nous retrouvons la phrase suivante qui indique clairement les entreprises concernées par le CLOUD Act : « Le CLOUD Act oblige les CSPs dont le siège est aux USA et qui gèrent des centres de stockage de données hors des USA, de conserver les données hébergées sur leurs serveurs et de les communiquer sur demande aux autorités judiciaires américaines. Cette loi s'applique in dépendamment du lieu d'enregistrement de ces données, que ce soit aux USA ou à l'étranger . Sont concernées les sociétés de droit américain, c'est-à-dire celles qui sont soumises à la juridiction américaine.» (Office fédéral de la justice , 2021). Notre service d'hosting n'est pas soumis au CLOUD Act puisqu'il est basé en Suisse. Nous devons respecter la loi sur la protection des données (LPD) et le RGPD pour être en conformité avec la loi européenne régissant la protection des données. L'avantage d'un hébergeur suisse ou européen est que les données sont soumises à un cadre très stricte sur la protection des données, ce qui n'est pas forcément le cas avec les services cloud d'Amazon, Microsoft et Google. Le domaine est gratuit la première année pour tous les comptes. Après cette période d'un an, il est facturé 12,90 frs par année. Infomaniak propose un des noms de domaines pour 9,9 frs par année. Nous remarquons que les services d'hosting suisses sont plus compétitifs sur cet les noms de domaines.

Figure 15 : Prix des différentes offres d'hébergement de GoDaddy

Économique	Deluxe	Ultimate	Maximum
Un plan de 25 Go économique avec messagerie et domaine correspondant gratuits et 1 certificat SSL gratuit (pour une durée d'au moins 12 mois).	Hébergement de plusieurs sites avec certificat SSL pour tous les sites. Et en plus, messagerie et domaine correspondant gratuits (pour une durée d'au moins 12 mois).	Puissance de traitement accrue avec plusieurs sites, espaces de stockage, bases de données et certificats SSL pour tous les sites. Et en plus, messagerie et domaine correspondant gratuits (pour une durée d'au moins 12 mois).	Puissance et vitesse de traitement optimisées, certificat SSL pour tous les sites. Et en plus, messagerie et domaine correspondant gratuits (pour une durée d'au moins 12 mois).
CHF 5.90 /mois	CHF 7.90 /mois	CHF 9.90 /mois	CHF 19.90 /mois
Avec une durée de 3 ans (40% d'économies)	Avec une durée de 3 ans (38% d'économies)	Avec une durée de 3 ans (50% d'économies)	Avec une durée de 3 ans (33% d'économies)
Vous payez CHF 312.40 aujourd'hui Renouvellement en janv. 2026 pour CHF 9.90/mois (CHF 356.40 au total)	Vous payez CHF 284.40 aujourd'hui Renouvellement en janv. 2026 pour CHF 12.90/mois (CHF 464.40 au total)	Vous payez CHF 356.40 aujourd'hui Renouvellement en janv. 2026 pour CHF 19.90/mois (CHF 716.40 au total)	Vous payez CHF 716.40 aujourd'hui Renouvellement en janv. 2026 pour CHF 29.90/mois (CHF 1 076.41 au total)
Acheter maintenant	Acheter maintenant	Acheter maintenant	Acheter maintenant
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Performances standard ✓ 1 site Web ✓ 25 Go d'espace de stockage ✓ 10 bases de données 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Performances standard ✓ 10 sites Web ✓ 50 Go d'espace de stockage ✓ 25 bases de données 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Puissance de traitement accrue ✓ 25 sites Web ✓ 75 Go d'espace de stockage ✓ 50 bases de données 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Puissance et vitesse de traitement accrues ✓ 50 sites Web ✓ 100 Go d'espace de stockage

Source : (GoDaddy)

Nous pouvons installer très rapidement Wordpress sur l'interface utilisateur de GoDaddy. La solution que nous avons retenue pour gérer notre service d'hosting sur Raspberry Pi nous permet de proposer Wordpress à nos utilisateurs. Les sauvegardes des fichiers sont quotidiennes pour toutes les offres de GoDaddy. Nous pouvons reprendre la sauvegarde de la journée précédente en cas de problème sur notre espace en ligne. Infomaniak propose de sauvegarder les 100 derniers jours avec l'offre « serveur cloud manager ». Le volume de données stockées sur notre Raspberry Pi est moins important que celui des services d'hosting internationaux comme GoDaddy ou IONOS. Nous avons moins de données à sauvegarder. GoDaddy donne accès à 2 ou 5 comptes de messagerie Microsoft 365 durant la première année selon les offres. La deuxième année, ce service est facturée entre 60 frs et 150 frs par année en plus du service d'hébergement. L'interface de contrôle de notre service d'hosting nous permet de mettre en place un service de mail pour chaque utilisateur. Nous avons laissé de côté cette option pour l'instant.

Figure 16 : Offres d'hébergement détaillées de GoDaddy

1 site Web	10 sites Web	25 sites Web	accrues
✓ 25 Go d'espace de stockage	✓ 50 Go d'espace de stockage	✓ 75 Go d'espace de stockage	✓ 50 sites Web
✓ 10 bases de données	✓ 25 bases de données	✓ 50 bases de données	✓ 100 Go d'espace de stockage
✓ Bande passante illimitée	✓ Bande passante illimitée	✓ Bande passante illimitée	✓ 100 bases de données
✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Bande passante illimitée
✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Sauvegardes quotidiennes	✓ Sauvegardes quotidiennes
✓ Installation WordPress gratuite en un seul clic	✓ Installation WordPress gratuite en un seul clic	✓ Installation WordPress gratuite en un seul clic	✓ Installation WordPress gratuite en un seul clic
✓ 2 comptes de messagerie Microsoft 365 gratuits (d'une valeur de CHF 60.02/an) la première année	✓ 3 comptes de messagerie Microsoft 365 gratuits (d'une valeur de CHF 90.03/an) la première année	✓ 5 comptes de messagerie Microsoft 365 gratuits (d'une valeur de CHF 150.05/an) la première année	✓ 5 comptes de messagerie Microsoft 365 gratuits (d'une valeur de CHF 150.05/an) la première année
✓ Domaine gratuit (d'une valeur de CHF 12.90/an)	✓ Domaine gratuit (d'une valeur de CHF 12.90/an)	✓ Domaine gratuit (d'une valeur de CHF 12.90/an)	✓ Domaine gratuit (d'une valeur de CHF 12.90/an)
✓ Nouveau : Certificat SSL gratuit (d'une valeur de CHF 99.90/an) la première année!	✓ Nouveau : SSL gratuit illimité pour tous vos sites web*	✓ Nouveau : SSL gratuit illimité pour tous vos sites web*	✓ SSL gratuit illimité pour tous vos sites Web*

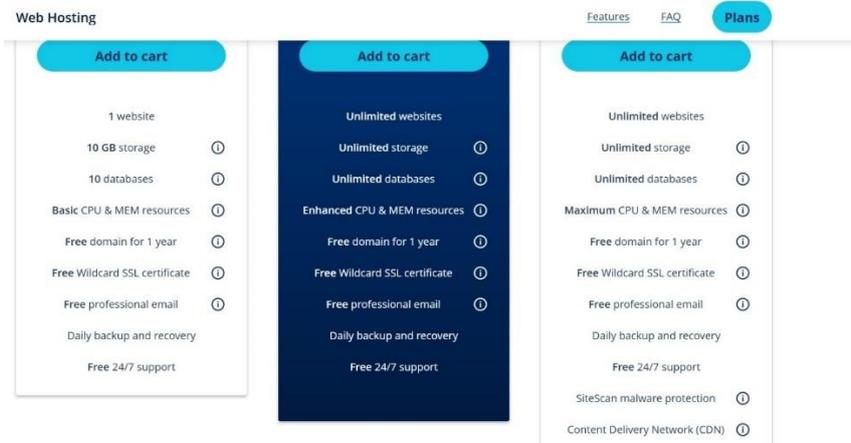
Source : (GoDaddy)

Le service d'hosting de IONOS propose trois types d'offres d'hébergement. Nous avons l'offre « essential » à 5,5 frs nous donne accès à un espace en ligne de 10 Go avec un nom de domaine qui est gratuit la première année. Une adresse mail professionnelle est fournie avec chaque compte. Les offres « business » et « expert » ont une quantité illimitée de stockage et un nombre de bases de données illimité.

Figure 17 : Prix des offres d'hébergement d'IONOS

Essential	Business	Expert
For one website or project	For larger web projects	For multiple large web projects
12 months	12 months	12 months
\$4 /month	\$1 /month	\$8 /month
then \$6/month	then \$10/month	then \$16/month
Add to cart	Add to cart	Add to cart
1 website	Unlimited websites	Unlimited websites
10 GB storage	Unlimited storage	Unlimited storage
10 databases	Unlimited databases	Unlimited databases
Basic CPU & MEM resources	Enhanced CPU & MEM resources	Maximum CPU & MEM resources

Source : (IONOS)

Figure 18 : Offres détaillées d'hébergement d'IONOS


Plan	1 website	Unlimited websites	Unlimited websites
10 GB storage	10 GB storage	Unlimited storage	Unlimited storage
10 databases	10 databases	Unlimited databases	Unlimited databases
Basic CPU & MEM resources	Enhanced CPU & MEM resources	Maximum CPU & MEM resources	
Free domain for 1 year	Free domain for 1 year	Free domain for 1 year	
Free Wildcard SSL certificate	Free Wildcard SSL certificate	Free Wildcard SSL certificate	
Free professional email	Free professional email	Free professional email	
Daily backup and recovery	Daily backup and recovery	Daily backup and recovery	
Free 24/7 support	Free 24/7 support	Free 24/7 support	
		SiteScan malware protection	Content Delivery Network (CDN)

Source : (IONOS)

Ces deux offres sont destinées plutôt à des entreprises ayant besoin d'énormément d'espaces pour stocker les données de leurs différents sites interne en ligne. Un magasin en ligne avec un offre très vaste et qui reçoit énormément de visites par jour va nécessiter une puissance de calcul très grande pour gérer le trafic et permettre aux gens de commander des articles 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Le choix du service d'hosting est très important pour les sites de vente en ligne car il est nécessaire d'avoir suffisamment de place pour stocker toutes les données du site web de manière sécurisée. Nous devons aussi veiller à ce que les serveur sur lesquels sont stockés les données sont suffisamment puissants pour répondre aux nombreuses requêtes des gens qui peuvent ralentir l'affichage d'un site internet ou le rendre momentanément indisponible. La puissance de calcul de notre service d'hosting repose sur les performances de notre Raspberry Pi 4B.

Figure 19 : Comparatif des caractéristiques techniques des serveurs dédiés d'IONOS avec d'autres services d'hosting comme Web hosting, ASP.NET Hosting et VPS

Storage type	HDD	HDD	SSD	HDD/SSD	SSD
Storage capacity	50 to 500 GB	50 to 500 GB	25 to 200 GB	Up to 2 TB HDD (hardware) Up to 800 GB SSD (hardware)	10 to 240 GB
PHP memory	256 to 768 MB	256 MB	768 MB	Unlimited (limitations only due to dedicated resources)	Unlimited (limitations only due to dedicated resources)
RAM	512 MB to 19 GB (scalable performance level)	200 MB to 2GB	Up to 19 GB	16 to 64 GB	512 MB to 12 GB
CPU	Shared server resources	Shared server resources	Shared server resources	4 cores	1 to 6 vCores
Skill level	Beginner/advanced	Beginner/advanced	Beginner	Beginner/advanced	Advanced/expert

Source : (IONOS)

Sur la page de présentation des offres d'IONOS, nous retrouvons un comparatif des caractéristiques techniques des serveurs utilisés entre différents services d'hosting. Cela nous donne une idée plus précise des caractéristiques techniques des serveurs employés auprès de différents services d'hosting. Nous remarquons qu'IONOS et la plupart des autres services d'hosting installent une distribution de Linux sur leurs serveurs plutôt que Windows Server. Si nous installons Windows Server sur un serveur, nous devons payer une licence d'exploitation à Microsoft chaque année et cela alourdit considérablement les coûts d'exploitation d'un service d'hosting. Les distributions Linux sont gratuites et développées par un plus grand nombre de programmeurs. Les failles de sécurité sont plus vite corrigées sur une distribution Linux. La capacité de stockage d'un serveur dédié chez IONOS est de 2 To au maximum. Notre Raspberry Pi a une capacité de stockage maximale sur notre carte microSD de 32 Go. Pour offrir plus de place à nos utilisateurs, nous devons installer la distribution de Linux en ligne de commandes et le panneau de contrôle de notre service d'hosting sur un disque dur externe SSD de 1 à 2 To pour que les utilisateurs puissent avoir un espace de stockage plus grand. Les autres services d'hosting ne précisent pas la puissance de leurs processeurs. IONOS indique juste que les serveurs dédiés ont des processeurs à 4 cœurs ne précisent pas la puissance en GHz ni la quantité de mémoire cache des processeurs. Nous supposons qu'ils ont une puissance proche de 3 GHz en nous basant sur les serveurs employés par Infomaniak. La mémoire RAM d'un serveur dédié d'IONOS varie entre 16 et 64 Go. Les autres services cités dans le comparatif d'IONOS ont au maximum 19 Go de mémoire vive. Notre Raspberry Pi 4B a 4 Go de mémoire RAM. Cela nous suffit pour offrir un accès FTP, un service DNS et l'hébergement de plusieurs sites web à quelques utilisateurs. Ce comparatif ne prend pas en compte les serveurs les plus puissants d'IONOS.

IONOS propose des solutions d'hébergement sur des serveurs dédiées dont le prix va de 65 dollars à 160 dollars par mois, soit entre 59,8 frs et 147,2 frs par mois. Ce type d'hébergement convient mieux pour créer des applications en ligne très gourmandes en ressources. Ces offres sont plutôt destinées à des clients professionnels qui ont besoin de serveurs très puissants pour faire tourner des applications en ligne et stocker de grandes quantités de données.

Figure 20 : Puissance des serveurs dédiés d'IONOS

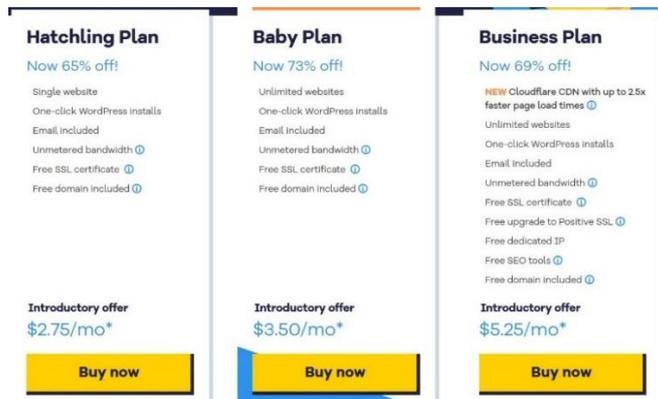
6 months	3 months	3 months	3 months
\$45 /month then \$65/month	\$70 /month then \$90/month Setup \$50	\$110 /month then \$130/month Setup \$50	\$140 /month then \$160/month Setup \$50
Continue	Continue	Continue	Continue
Intel® Atom™ C2750	Intel® Xeon® E3-1230 v6	Intel® Xeon® E3-1270 v6	Intel® Xeon® E3-1270 v6
8 Cores x 2.4 GHz (2.6 GHz Turbo Boost)	4 Cores (HT) x 3.5 GHz (3.9 GHz Turbo Boost)	4 Cores (HT) x 3.8 GHz (4.2 GHz Turbo Boost)	4 Cores (HT) x 3.8 GHz (4.2 GHz Turbo Boost)
8 GB RAM (DDR3 ECC)	16 GB RAM (DDR4 ECC)	32 GB RAM (DDR4 ECC)	64 GB RAM (DDR4 ECC)
240 GB Intel® SSD Storage (Software RAID 1)	480 GB Intel® SSD Storage (Software RAID 1)	800 GB Intel® SSD Storage (Hardware RAID 1)	800 GB Intel® SSD Storage (Hardware RAID 1)
Unlimited traffic	Unlimited traffic	Unlimited traffic	Unlimited traffic
Free domain ⓘ	Free domain ⓘ	Free domain ⓘ	Free domain ⓘ

Source : (IONOS)

La puissance des processeurs équipant les serveurs dédiés d'IONOS varie entre 2,4 GHz et 4,2 GHz. On retrouve surtout des processeurs à 4 cœurs sur la plupart des serveurs dédiés. La mémoire RAM va de 8 Go pour les serveurs les moins puissants à 64 Go. Les disques durs SSD ont une capacité comprise entre 240 Go et 800 Go. Pour l'instant notre service d'hosting a une capacité de stockage bien inférieure à celle de services comme IONOS sur un serveur dédié. Notre service d'hosting est proposé à plusieurs utilisateurs qui se répartissent la puissance de calcul et l'espace de stockage de notre Raspberry Pi.

HostGator propose trois types d'offres d'hébergement sur des serveurs partagés. La première offre coûte 2,5 frs par mois et comprend un nom de domaine gratuit, une adresse mail et un espace de stockage illimité. L'offre la plus chère est fixée à 4,8 frs par mois. Elle donne accès à des outils gratuits de SEO qui permettent d'optimiser le référencement d'un site web sur les moteurs de recherche. Ces outils sont très pratiques pour améliorer la visibilité d'un site marchand sur le moteur de recherche Google par exemple. Notre service d'hosting ne propose pas d'outils d'analyse du trafic des sites internet hébergés contrairement à HostGator avec son offre « Business Plan ». Les utilisateurs de notre service d'hosting peuvent recourir aux outils de SEO de Google comme Google PageSpeed, Google Analytics et Google Search Console (redacteur.com, 2022). La bande passante est illimitée comme avec les autres services d'hosting. Selon les offres le nombre de sites internet est limité ou non. Nous n'imposons pas de restrictions sur le nombre de sites que nos utilisateurs peuvent héberger sur leurs espaces de stockage respectifs.

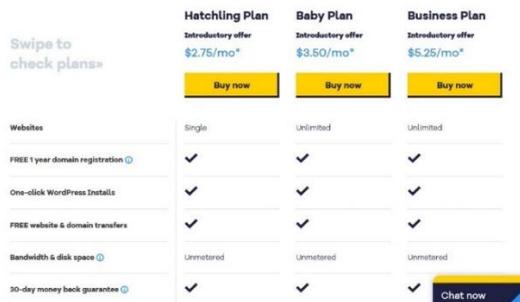
Figure 21 : Offres d'hébergement d'HostGator



Plan	Introductory offer
Hatchling Plan	\$2.75/mo*
Baby Plan	\$3.50/mo*
Business Plan	\$5.25/mo*

Source : (HostGator)

Figure 22 : Offres détaillées d'HostGator – partie 1



	Hatchling Plan	Baby Plan	Business Plan
Introductory offer	\$2.75/mo*	\$3.50/mo*	\$5.25/mo*
Websites	Single	Unlimited	Unlimited
FREE 1 year domain registration	✓	✓	✓
One-click WordPress Installs	✓	✓	✓
FREE website & domain transfers	✓	✓	✓
Bandwidth & disk space	Unmetered	Unmetered	Unmetered
30-day money back guarantee	✓	✓	✓

Source : (HostGator)

Figure 23 : Offres détaillées d'HostGator - partie 2

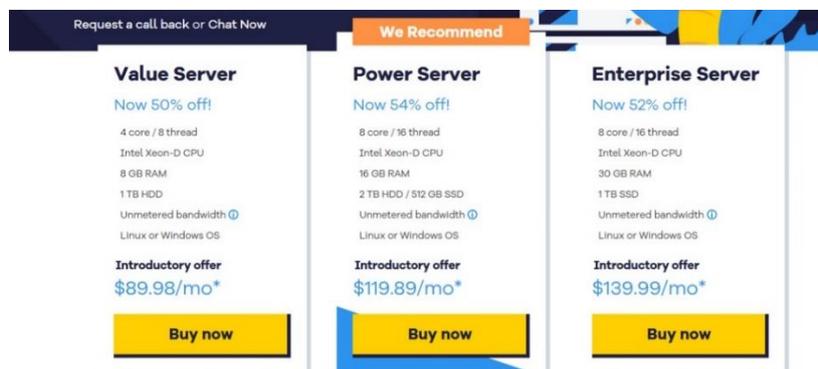
FREE SSL certification ⓘ	✓	✓	✓
\$500 Google Ads spend match credit ⓘ		✓	✓
\$100 Microsoft Advertising credit ⓘ		✓	✓
FREE email	✓	✓	✓
MySQL transfer & script transfer	✓	✓	✓
FREE Dedicated IP			✓
FREE Positive SSL upgrade ⓘ			✓

Source : (HostGator)

Les prix des différents services d'hébergement d'HostGator sont légèrement plus bas que ceux d'IONOS. Dans l'offre « Business Plan », nous avons une adresse IP fixe qui est comprise dans le prix. L'adresse IP fixe permet d'accéder directement au contenu d'un serveur dédié. L'adresse IP n'aura pas forcément d'influence sur les performances d'un site web. Pour améliorer le chargement d'un site internet, nous devons veiller à ce que son code source soit le plus allégé possible et à utiliser des images comprimées.

HostGator propose aussi une offre de serveurs dédiés plutôt réservée à des clients commerciaux qui ont des besoins plus importants que les particuliers qui créent des sites internet. Ces serveurs dédiés sont très utilisés pour proposer des applications en ligne gourmandes en ressources matérielles. L'offre de base pour accéder un serveur dédié est fixée à 82,80 frs par mois. Ce serveur est équipé d'un processeur Intel Xeon-D. La puissance et le modèle utilisé sur ce type de serveur ne sont pas communiquées. La mémoire RAM de ce serveur est de seulement 8 Go. Le disque dur proposé n'est pas un SSD. Il a une capacité de 1 To. Si nous mettons en place notre service d'hosting sur un disque dur SSD, nous pouvons accorder plus d'espaces aux différents utilisateurs. Nous devons plutôt opter pour un disque dur externe SSD ayant sa propre source d'alimentation. L'offre la plus chère coûte 128,80 frs par mois sur HostGator. Les serveurs proposés pour l'offre « Entreprise Server » sont équipés d'un processeur Intel Xeon-D avec 8 cœurs. La mémoire RAM de ces serveurs est de 30 Go, ce qui est assez proche de l'offre d'IONOS à 130 dollars par mois.

Figure 24 : Offre sur serveurs dédiés d'HostGator



Value Server	Power Server	Enterprise Server
Now 50% off!	Now 54% off!	Now 52% off!
4 core / 8 thread	8 core / 16 thread	8 core / 16 thread
Intel Xeon-D CPU	Intel Xeon-D CPU	Intel Xeon-D CPU
8 GB RAM	16 GB RAM	30 GB RAM
1 TB HDD	2 TB HDD / 512 GB SSD	1 TB SSD
Unmetered bandwidth ⓘ	Unmetered bandwidth ⓘ	Unmetered bandwidth ⓘ
Linux or Windows OS	Linux or Windows OS	Linux or Windows OS
Introductory offer \$89.98/mo*	Introductory offer \$119.89/mo*	Introductory offer \$139.99/mo*
Buy now	Buy now	Buy now

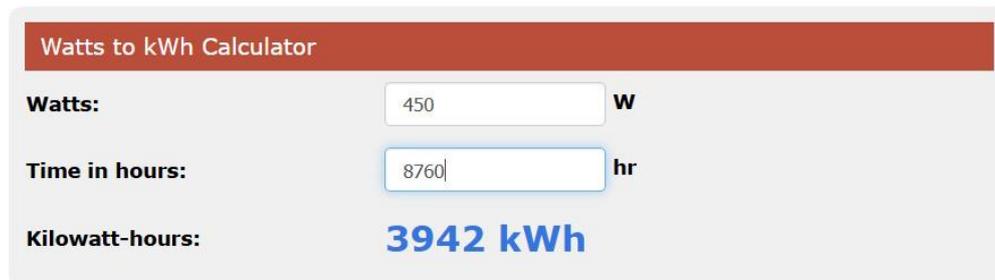
Source : (HostGator)

La configuration matérielle des serveur dédiées d'IONOS dépasse celle de notre Raspberry Pi en termes de puissance de calcul et d'espace de stockage. Un serveur est conçu pour traiter de nombreuses demandes d'utilisateurs et donc il a une meilleure mémoire RAM, un processeur plus puissant et un peu plus d'espace de stockage qu'un ordinateur classique. Le Raspberry Pi modèle 4B a une configuration matérielle inférieure à celle d'un serveur standard comme ceux employés par Infomaniak. Néanmoins, si nous voulons mettre en place un service d'hosting pour quelques personnes ou une petite entreprise, le Raspberry Pi est une alternative plus économique et moins gourmande en énergie qu'un serveur classique. Dans le prochain chapitre nous tentons d'identifier les différences en termes de consommation d'énergie entre Infomaniak et notre service d'hosting.

5. Comparatif de la consommation d'énergie entre notre service d'hosting et Infomaniak.ch

Nous comparons tout d'abord la consommation électrique annuelle de notre Raspberry Pi avec celle d'un serveur Dell PowerEdge 250 qui est utilisé chez Infomaniak. Afin de calculer la consommation électrique du serveur Dell PowerEdge 250, nous consultons sa fiche technique et nous cherchons la puissance en Watts du bloc d'alimentation. Dell indique dans la fiche technique du serveur qu'il consomme 450 Watts (Dell, 2023) avec une tension comprise entre 200 et 240 Volts. Nous prenons le calculateur en ligne disponible sur le site Online-Calculator (Online Calculator) pour trouver la consommation électrique annuelle du server Dell PowerEdge 250. L'outil de calcul en ligne nous demande la puissance en watt et la convertit en KWh. Dans une année, il y a 8760 heures. Nous avons obtenu ce nombre en multipliant 24 heures par le nombre de jours en une année. Maintenant que nous avons le nombre de watts de notre serveur et le nombre d'heures dans une année, nous pouvons calculer la consommation annuelle du serveur Dell PowerEdge 250. En entrant les nombres 450 et 8760 dans le calculateur, nous obtenons 3942 kWh.

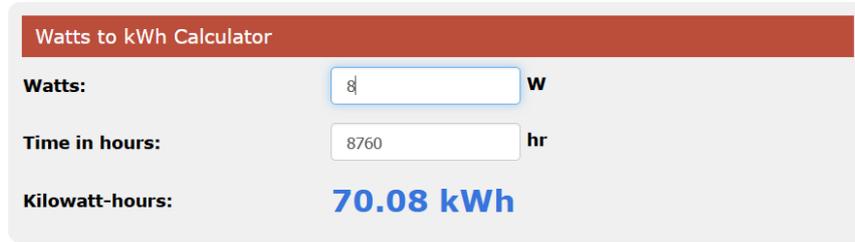
Figure 25 : Conversion de 450 Watts en KWh annuel avec le site Online-Calculator



The image shows a web-based calculator titled "Watts to kWh Calculator". It has three input fields and one output field. The first input field is labeled "Watts:" and contains the value "450" with a "W" unit indicator. The second input field is labeled "Time in hours:" and contains the value "8760" with an "hr" unit indicator. The output field is labeled "Kilowatt-hours:" and displays the result "3942 kWh" in a larger, bold blue font.

Source : (Online Calculator)

Le site interne Raspberry Pi France nous indique que la consommation moyenne d'un Raspberry Pi modèle 4B est de 6 Watts (Rabetokotany, 2022). Nous partons du principe que nous avons la distribution Linux et notre service d'hosting sur un disque dur externe relié par port USB à notre Raspberry Pi. Nous ajoutons 2 Watts au 6 Watts du Raspberry Pi afin d'avoir la consommation totale de notre Raspberry Pi et du disque dur externe sur lequel se trouve notre service d'hosting.

Figure 26 : Consommation annuelle de notre service d'hosting


Watts to kWh Calculator

Watts: W

Time in hours: hr

Kilowatt-hours: **70.08 kWh**

Source : (Online Calculator)

Nous avons un écart important en termes de consommation électrique entre notre Raspberry Pi 4B et un serveur Dell standard. Un service d'hosting installé sur un Raspberry Pi 4B consomme 70,08 KWh chaque année tandis qu'un simple serveur Dell standard consomme 3942 KWh chaque année. Selon la Commission fédérale de l'électricité Elcom, le prix moyen du KWh, en Suisse est de 26,95 centimes (Commission fédérale de l'électricité, 2022). Si on se base sur ces chiffres, nous pouvons comparer la facture annuelle d'électricité 2023 estimée de notre service d'hosting sur Raspberry Pi 4B et avec un service d'hosting sur un serveur Dell PowerEdge 250.

Tableau 3 : Comparaison des coûts entre le Raspberry Pi 4B et le serveur Dell PowerEdge 250

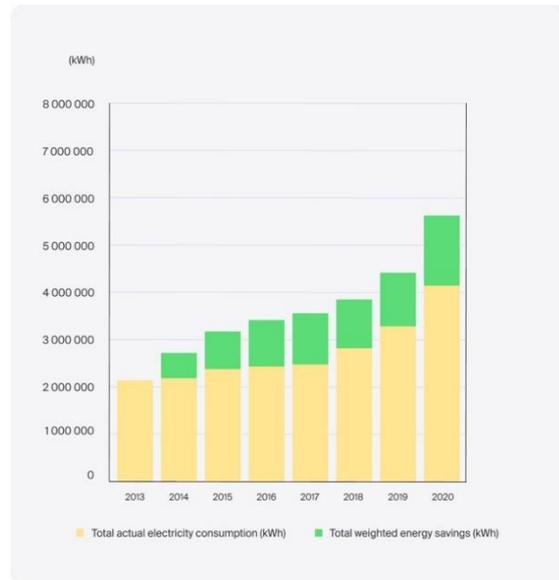
	Raspberry Pi 4B	Serveur Dell PowerEdge 250
Consommation annuelle	70,08 KWh	3942 KWh
Prix moyen du KWh	26,95 centimes	26,95 centimes
Estimation de la facture annuelle d'électricité 2023	18,90 frs	1062,35 frs

Pour obtenir la facture annuelle d'électricité nous avons multiplié les 26,95 centimes par la consommation annuelle de notre Raspberry Pi ou de notre serveur Dell puis divisé ce nombre par 1. Nous avons obtenu un coût annuel de 18,90 frs pour notre Raspberry Pi tandis que le serveur Dell a un coût annuel de 1062,35 frs. Pour un service d'hosting destiné à quelques utilisateurs, nous avons plutôt intérêt à le mettre en place sur un Raspberry Pi 4B afin de réduire notre consommation d'énergie et notre facture d'électricité.

Infomaniak dispose d'un parc de serveurs très importants qui consomment de grande quantité d'énergie pour refroidir les serveurs et les alimenter en électricité. Entre 2013 et 2020, la consommation d'énergie d'Infomaniak est passée de 2'000'000 de KWh à 4'000'000 de KWh. Nous déduisons de ce chiffre que le parc de serveurs a probablement augmenté entre 2013 et 2020 ce qui explique cette forte croissance des KWh consommés chaque année. Le développement des sites commerciaux en ligne et la digitalisation des services des entreprises nécessitent de mettre en place un nombre plus grand de serveurs pour répondre aux besoins toujours plus grand de stockage de données en ligne. En nous servant de la consommation annuelle en KWh d'Infomaniak et la consommation annuelle d'un serveur Dell standard, nous pouvons estimer le nombre de serveurs détenus par Infomaniak. En arrondissant la

consommation annuelle d'Infomaniak à 4'000'000 de kWh et en divisant ce chiffre par la consommation annuelle d'un serveur standard Dell, nous obtenons 1014. Cela montre que les services d'hosting ont besoin d'énormément de ressources matérielles pour pouvoir fonctionner et qu'ils ont probablement des coûts d'exploitation répartis sur un grand nombre de clients.

Figure 27 : évolution prévisionnelle de l'efficacité énergétique - Infomaniak



Source : (Infomaniak, 2021)

Dans le prochain chapitre nous montrons comment améliorer la puissance de calcul notre service d'hosting en utilisant plusieurs Raspberry Pi qui se répartissent la charge de travail.

6. Cluster de Raspberry Pi pour augmenter la puissance de calcul de notre service d'hosting

Les performances de notre service d'hosting dépendent fortement des caractéristiques techniques de notre Raspberry Pi. Le processeur ARM de notre Pi n'est pas assez puissant pour traiter les requêtes d'un nombre plus important d'utilisateurs. La mémoire RAM présente sur notre modèle Pi 4B est de seulement 4 Go comparé à ceux de serveurs classiques qui est au minimum de 8 Go voir 16 Go. Au lieu d'employer un seul Raspberry Pi pour notre service d'hosting, nous avons la possibilité de mettre en commun 5 Raspberry Pi pour créer un cluster afin d'exécuter des tâches en parallèle. Nous devons disposer d'une carte micro SD pour chaque Raspberry Pi. Nous connectons tous les 5 Raspberry Pi à un switch qui permet d'échanger des données entre tous les Raspberry Pi via des câbles réseaux. Ce réseau de 5 Raspberry Pi se comporte comme un seul serveur. Nous installons le système d'exploitation Raspberry Pi OS sur une machine et ensuite on duplique cette installation sur les 4 autres Raspberry Pi 4B avec Win32 Disk Imager. Pour créer le cluster, nous devons mettre en place MPICH sur un de nos Raspberry Pi afin qu'il puisse gérer tous les autres. Le programme MPICH sert à gérer les architectures de calcul en parallèle sur notre cluster de Raspberry Pi. Nous ne détaillons pas toutes les étapes nécessaires à la mise en place d'un cluster de Raspberry Pi dans ce document. Le site internet Raspberrypi.fr

propose un tutoriel complet sur la mise en place d'un cluster de Raspberry Pi. Nous vous laissons le soin de consulter la page internet suivante afin d'obtenir plus de renseignements sur la procédure d'installation du cluster de Raspberry Pi :

<https://raspberrytips.fr/installation-cluster-raspberry-pi/>

Afin de créer notre cluster de Raspberry Pi, nous résumons dans le tableau suivant les différents composants à acheter :

Composants	Prix
4 Raspberry Pi 4B avec 4 Go de RAM	267,60 frs
4 blocs d'alimentation pour Raspberry Pi	47,60 frs
4 cartes microSD de 32 Go	43,60 frs
1 Switch NetGear GS108E	34,25 frs
5 câbles RJ45 Cat 8.1S	53,75 frs
Total	446,80 frs

Toutes les informations sur le prix des composants à acheter pour notre cluster proviennent des sites Pi-shop.ch et LDCL.ch. Les prix que nous indiquons dans notre tableau date du mois de janvier 2023.

Nous pouvons ajouter d'autres Raspberry Pi à notre cluster afin d'augmenter sa puissance de calcul. Nous copions le contenu de la carte micro SD du Raspberry Pi qui gère le cluster sur une nouvelle carte micro SD. Nous configurons le nouveau Raspberry Pi et nous récupérons son adresse IP. Dès que nous avons l'adresse IP du nouveau Raspberry Pi, nous l'intégrons dans le fichier de configuration nodes_ips (Fromaget). Nous utilisons des adresses IP fixes pour notre cluster afin d'éviter de reconfigurer tous les jours les adresses IP de tous les Raspberry Pi de notre cluster. Le nombre de Raspberry Pi que l'on peut ajouter à notre cluster est limité par le nombre d'adresses IP disponibles de notre réseau. Si nous conservons une adresse IP pour notre ordinateur, une adresse IP pour notre routeur internet et une adresse IP pour le broadcast, il nous reste 253 adresses IP disponibles. La taille maximale de notre cluster de Raspberry Pi est de 253 Raspberry Pi sur un seul réseau.

Figure 28 : Exemple de cluster de Raspberry Pi



Source : (Giger, Srikugan, & Persaud, 2020)

7. Installation du panneau d'administration de notre service d'hosting sur notre Raspberry Pi 4B

7.1 Choix du tableau de bord pour administrer notre service d'hosting sur notre Raspberry Pi 4B

Il existe plusieurs logiciels que nous pouvons installer sur notre Raspberry Pi pour créer un service d'hébergement. Le logiciel cPanel nous permet de créer très simplement un service d'hosting sur une machine équipée d'une distribution Linux. Il se présente sous la forme d'une interface graphique avec laquelle on peut créer de nouveaux utilisateurs, configurer les différents services d'hébergement et gérer notre serveur. Ce logiciel comprend de nombreuses fonctionnalités très utiles pour administrer un serveur Linux mais il est malheureusement payant et n'est pas open-source. Nous avons cherché une alternative meilleure marché et open-source à cPanel sur différents sites internet. Nous avons retenu 4 solutions avec des fonctionnalités gratuites pour administrer notre service d'hosting sur notre Raspberry Pi.

Voici les 4 solutions retenues :

- ✓ ISP Config
- ✓ Ajenti
- ✓ VestCP
- ✓ Virtualmin

Pour choisir parmi ces 4 solutions, nous consultons la liste des fonctions proposées et les distributions Linux supportées. Nous cherchons ensuite la documentation disponible pour chaque solution afin de comprendre les différentes étapes d'installation du panneau de contrôle sur notre Raspberry Pi et de connaître toutes les étapes pour mettre en place les services que nous souhaitons proposer aux utilisateurs de notre service d'hosting. Avant d'installer l'un des services sur notre Raspberry Pi, nous pouvons tester les solutions retenues sur notre ordinateur équipé de Windows avec l'aide de Docker. Avec Docker, nous disposons d'une distribution Linux sur laquelle nous pouvons facilement installer et désinstaller rapidement Webmin et Virtualmin par exemple. Nous avons plus qu'à récupérer l'image depuis Docker pour ensuite exécuter le service de notre choix. Docker nous évite d'avoir des problèmes lors de la désinstallation des panneaux de contrôle grâce à la conteneurisation qui nous permet de retrouver en très peu de temps une machine Linux opérationnelle pour tester un autre panneau de contrôle pour notre service d'hosting. Lorsque l'on installe par exemple ISP Config et que l'on souhaite tester Ajenti, nous sommes obligés de désinstaller ISP Config avant d'utiliser Ajenti. Avec les containers de Docker, nous pouvons installer très rapidement les deux services dans des environnements séparés. Cela nous évite de tout réinstaller en cas de problèmes. Nous retenons la solution Virtualmin qui dispose d'une documentation simple et détaillée pour la mise en place du panneau de contrôle de notre service d'hosting sur Raspberry Pi. Avant d'installer Virtualmin sur notre Raspberry Pi, nous consultons les distributions de Linux supportées par Virtualmin.

Nous accédons à la page OS Support de Virtualmin et nous consultons la liste des distributions Linux recommandées. Dans le paragraphe « Grade A Supported Systems », nous retrouvons les distributions Linux Ubuntu 20.04 LTS et 22.04 LTS et Debian 10 et 11. Le système d'exploitation Pi OS de notre Raspberry Pi ne figure pas dans la liste des systèmes d'exploitation supportés. Nous consultons le paragraphe « Grade B Supported Systems » qui contient tous les systèmes d'exploitation non-recommandés pour Virtualmin. Le système d'exploitation de base de notre Raspberry Pi ne figure pas dans cette liste. Nous optons finalement pour la distribution Ubuntu Server 22.04 LTS.

Figure 29 : Systèmes d'exploitation supportés par Virtualmin

OS Support

Virtualmin runs on top of Webmin. Webmin is compatible with nearly every UNIX-based OS on the planet, and so Virtualmin can, with a little work, run on just about all of those same systems. However, we offer an automated [installation script](#), as well as a well-maintained software updates system, for a few very popular operating systems.

If you're just starting out with Virtualmin, and want to have an easy installation process and smoothly running system, we strongly recommend you choose from the following Grade A supported systems. If in doubt about which of these systems to choose, we recommend the most recent supported version of the one you are most familiar with.

Grade A Supported Systems

Grade A systems have an automated installation script, a well-maintained software repository for updates, and are expected to work out of the box if you run the install script on a freshly installed system running one of these OS. We strongly recommend the current stable release of one of these systems for most users. We never support beta or pre-release versions of any OS.

- Rocky, Alma, and RHEL 8 and 9 on x86_64
- CentOS and RHEL 7 on x86_64 (This version is extremely old and no longer recommended, please choose one of the above compatible systems instead.)
- Ubuntu 20.04 LTS and 22.04 LTS on i386 and amd64
- Debian 10 and 11 on i386 and amd64

Source : (Virtualmin)

Figure 30 : Systèmes d'exploitation non-recommandés pour Virtualmin

Grade B Supported Systems

The following operating systems are *not* recommended for new or intermediate users. You will need to have experience with your OS and with Virtualmin to successfully use any of these operating systems. Don't bother asking for help installing on any of these systems in the forum, you should only be attempting it if you already know what you're doing. Otherwise choose a grade A supported OS.

Most Grade B systems do not fully support automatic installation but are expected to work well, if you are capable of performing all of the necessary configuration and installation steps to get the other necessary components working together. There have been Virtualmin installations on all of these systems, but they are only recommended for experts. We will try to support Virtualmin and Webmin on these platforms within the bounds of our knowledge, but they have received little-to-no direct testing by us.

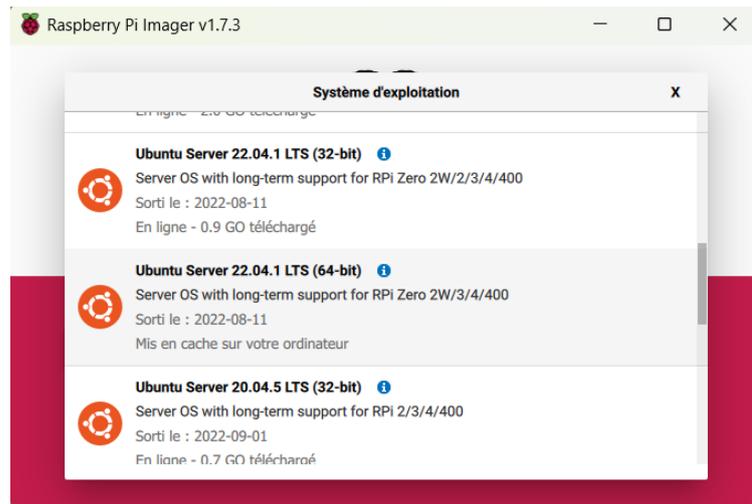
- Fedora Server 36 on x86_64 (using `--unstable` param)
- CentOS Stream 8 and 9 on x86_64 (using `--unstable` param)
- Oracle Linux 8 and 9 on x86_64 (using `--unstable` param)
- Mac OS X
- Raspbian Linux
- Mandriva Linux
- SuSE and OpenSuSE Linux
- Gentoo Linux
- Amazon Linux
- FreeBSD
- OpenBSD
- NetBSD
- DragonflyBSD
- Solaris and OpenSolaris and derivatives
- Any Grade A system in versions or architectures not listed above

Source : (Virtualmin)

7.2 Installation Ubuntu Server 22.04 LTS sans Desktop avec Pi Imager

Nous prenons une carte microSD vide de 32 Go sur laquelle nous chargeons l'image de Ubuntu Server 22.04 LTS (64 bit). Nous ouvrons Raspberry Pi Imager. Nous cliquons sur le bouton situé en dessous de « système d'exploitation » afin de sélectionner la distribution de Linux que nous voulons mettre sur notre carte microSD. Nous prenons l'image de la distribution Linux « Ubuntu Server 22.04.1 LTS (64-bit) ». Nous insérons notre carte microSD dans notre ordinateur.

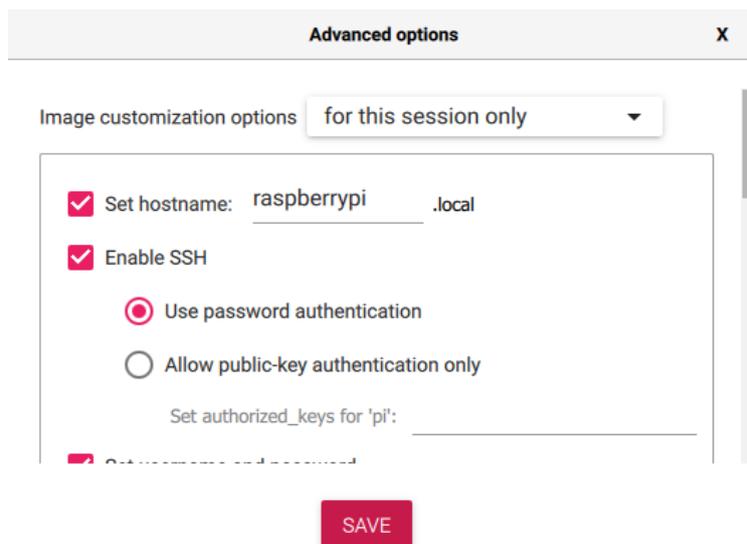
Figure 31 : Choix de la distribution Linux Ubuntu Server 22.04.1 LTS (64-bit)



Source : Auteurs

Nous cliquons sur « choisir le stockage » afin de sélectionner l'emplacement de notre carte microSD. Avant d'écrire notre carte microSD, nous modifions les options avancées de Pi Imager afin d'activer et de configurer l'accès à distance en SSH. Pour accéder aux options avancées de Pi Imager, nous tapons les touches « Ctrl+Shift +X » simultanément sur notre clavier.

Figure 32 : Options avancées de Raspberry Pi Imager



Source : Auteurs

Nous donnons un « hostname » ou un nom d'hôte à notre Raspberry Pi afin de nous connecter en SSH à notre Raspberry Pi avec notre ordinateur. Nous descendons plus bas sur la fenêtre affichée et nous donnons le nom de notre utilisateur principal et son mot de passe. Nous donnons le nom de notre réseau Wifi et son mot de passe afin que notre Raspberry Pi reconnaisse directement notre réseau Wifi.

Figure 33 : Configuration de l'utilisateur principal de notre Raspberry Pi et du réseau Wifi

Advanced options X

Set username and password

Username: pi

Password: ●●●●

Configure wireless LAN

SSID: Batman

Hidden SSID

Password: ●●●●●●●●

SAVE

Source : Auteurs

Nous descendons encore plus bas dans l'onglet affiché pour régler le fuseau horaire dans lequel on se trouve et pour sélectionner notre type de clavier que nous utilisons pour interagir avec notre Raspberry Pi.

Figure 34 : Réglages du fuseau horaire et du clavier

Advanced options X

Password: ●●●●●●●●

Show password

Wireless LAN country: CH ▼

Set locale settings

Time zone: Europe/Zurich ▼

Keyboard layout: ch ▼

SAVE

Source : Auteurs

Dès que nous avons entré ces paramètres, nous fermons la fenêtre et nous arrivons sur la page principale du programme. Nous vérifions que nous avons bien sélectionné la bonne distribution de Linux et notre carte microSD avant de cliquer sur « écrire ». Dès que tout est bon, nous cliquons sur « écrire ». Raspberry Pi Imager prépare notre carte microSD avec la distribution Linux Ubuntu Server 22.04 LTS (64 bit). Dès que cette opération est finie, nous retirons la carte microSD de notre ordinateur et nous la retirons de notre ordinateur. Nous insérons notre carte microSD dans notre Raspberry Pi et nous démarrons notre Raspberry Pi.

Nous ouvrons le terminal de Windows de notre ordinateur et nous tapons la commande « ssh pi@nom d'utilisateur@hostname.local » pour nous connecter en SSH à notre Raspberry Pi. Dans notre cas, le nom d'utilisateur est pi et le nom d'hôte ou « hostname » est raspberrypi. Notre ordinateur n'est pas reconnu par notre Raspberry Pi et nous recevons un message d'avertissement qui nous demande si nous voulons continuer. Nous écrivons « yes » dans le terminal et nous accédons à notre Raspberry Pi.

Figure 35 : Connexion en SSH à notre Raspberry Pi via le terminal de Windows

```
C:\Users\jowad>ssh pi@raspberrypi.local
The authenticity of host 'raspberrypi.local (fe80::dea6:324f:fe18:6d71319)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:4msCrNVUVkTnRA0NaFAQ8Pkj2nhmRBSenbZdX9e2LcM.
This key is not known by any other names
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added 'raspberrypi.local' (ED25519) to the list of known hosts.
pi@raspberrypi.local's password:
Welcome to Ubuntu 22.04.1 LTS (GNU/Linux 5.15.0-1012-raspi aarch64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

System information as of Thu Jan 19 19:06:23 CET 2023

System load: 1.8869140625   Temperature:   39.9 C
Usage of /:  7.8% of 28.94GB   Processes:      156
Memory usage: 6%           Users logged in: 0
Swap usage:  0%             IPv4 address for wlan0: 192.168.1.129

136 updates can be applied immediately.
78 of these updates are standard security updates.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

To run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".
See "man sudo_root" for details.

pi@raspberrypi:~$
```

Source : Auteurs

Ubuntu nous indique que 136 mises à jour sont disponibles. Nous mettons à jour le système d'exploitation de notre Raspberry Pi avec les commandes « sudo apt update », « sudo apt upgrade » et « sudo apt dist-upgrade ». Dès séparons chaque commande l'une de l'autre avec « && ».

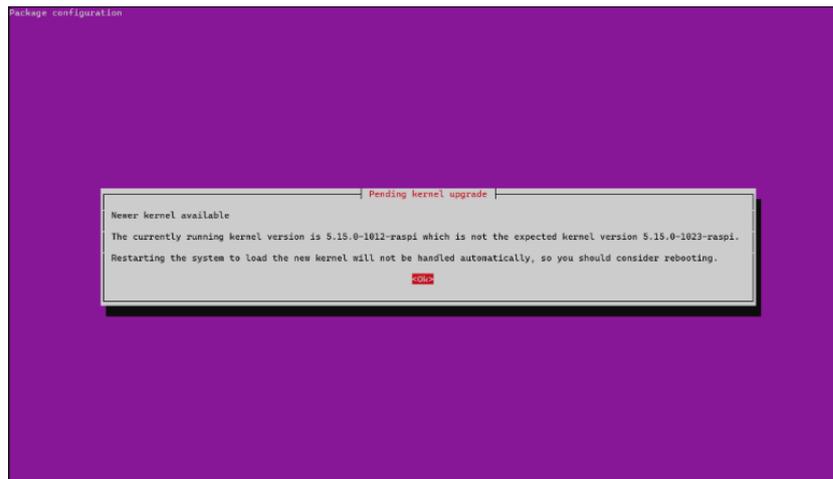
Figure 36 : Commandes pour mettre à jour Ubuntu

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt update -y && sudo apt upgrade -y && sudo apt dist-upgrade -y
[sudo] password for pi: |
```

Source : Auteurs

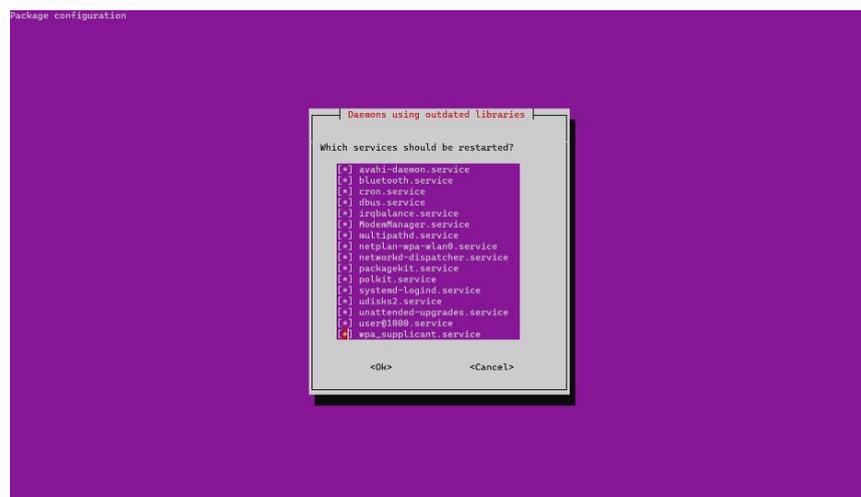
Dès que nous appuyons sur « entrée » avec notre clavier, notre Raspberry Pi nous demande le mot de passe de l'utilisateur « pi ». Nous écrivons le mot de passe dans le terminal. Nous appuyons sur « entrée » sur notre clavier.

Nous arrivons sur une fenêtre mauve qui affiche un message pour nous confirmer la mise à jour du noyau du système d'exploitation Ubuntu. Nous tapons « entrée » sur notre clavier pour passer à l'étape suivante et informer le système que nous avons bien lu le message affiché à l'écran.

Figure 37 : Message de confirmation de la mise à jour du noyau du système d'exploitation


Source : Auteurs

Nous accédons à une nouvelle page sur laquelle nous pouvons sélectionner les services à redémarrer. Nous contrôlons que tous les services sont sélectionnés et nous déplaçons sur la case « ok ». Dès que nous sommes sur la case « ok », nous tapons « entrée » sur notre clavier.

Figure 38 : Choix des services à redémarrer sur le système d'exploitation


Source : Auteurs

Nous redémarrons notre Raspberry Pi avec la commande « sudo reboot ».

Figure 39 : Commande pour redémarrer notre Raspberry Pi


Source : Auteurs

Dans le prochaine section de ce chapitre, nous expliquons comment modifier les options avancées de notre routeur pour avoir une adresse IP fixe pour notre Raspberry Pi et configurer une adresse DNS dynamique pour que les utilisateurs arrivent sur notre service d'hosting depuis un lien internet.

7.3 Modification des options avancées de notre routeur internet

Nous ouvrons notre navigateur et nous tapons l'adresse IP de notre routeur internet dans la barre d'adresse. Le routeur nous demande notre login et notre mot de passe. Dès que les informations de connexion sont correctes, nous entrons dans le panneau de configuration de notre routeur. Nous montrons le panneau de configuration d'un routeur Swisscom standard.

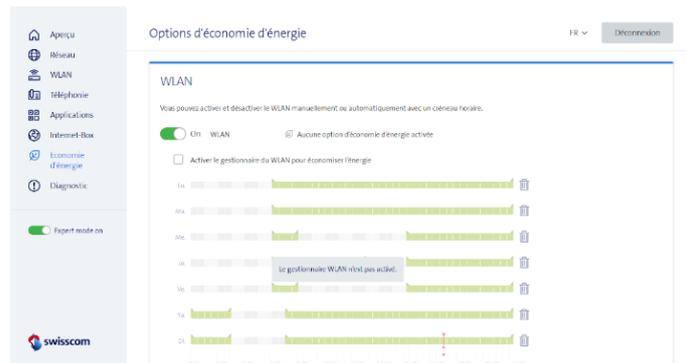
Figure 40 : Aperçu du réseau dans lequel se situe notre Raspberry Pi



Source : Auteurs

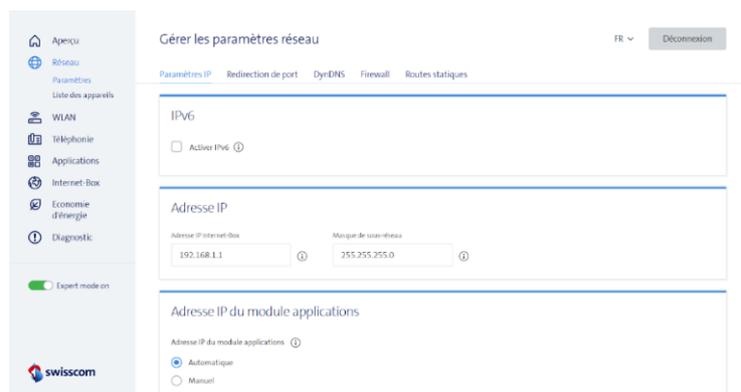
Notre service d'hosting doit être disponible 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Nos utilisateurs doivent pouvoir se connecter à n'importe quel moment de la journée à leurs espaces en ligne. Nous plaçons notre Raspberry Pi à côté du routeur internet afin que le signal WIFI soit le plus puissant possible. Le bloc d'alimentation de notre Raspberry Pi est placé sur une multiprise que nous laissons allumée tous les jours. Nous devons encore contrôler les options d'économie d'énergie pour éviter que notre routeur s'éteigne automatiquement à certaines heures.

Dans notre routeur Swisscom, nous avons un menu « Économie d'énergie » qui nous permet de définir les plages durant lesquelles notre routeur internet est allumé. Nous désactivons le mode d'économie d'énergie afin que notre routeur internet ne s'éteigne pas durant la nuit.

Figure 41 : Configuration des options d'économie d'énergie


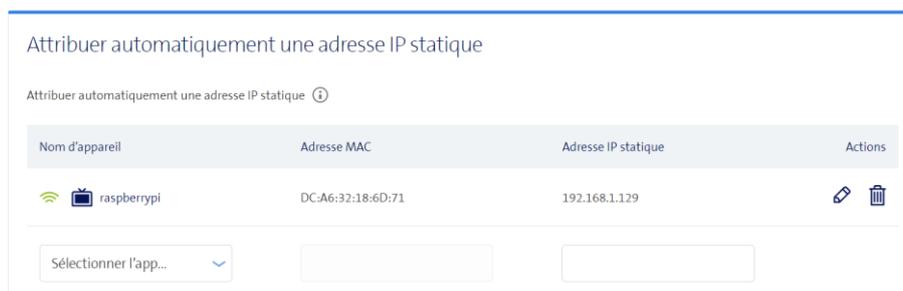
Source : Auteurs

Nous ouvrons le menu « Réseau Paramètres ». Dans l'onglet « Paramètres IP » nous descendons plus bas dans la page afin d'accéder au menu qui permet de fixer les adresses IP.

Figure 42 : Gestion des paramètres réseau de notre routeur


Source : Auteurs

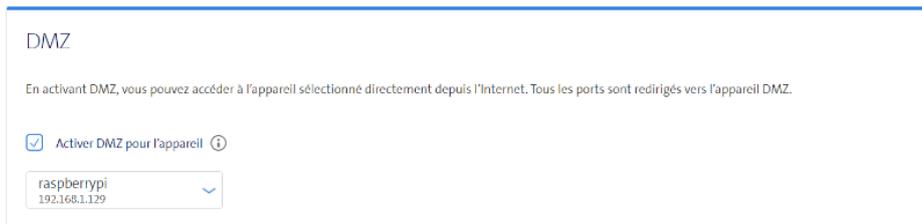
Nous attribuons l'adresse IP fixe « 192.168.1.129 » pour notre Raspberry Pi et nous enregistrons les paramètres.

Figure 43 : Attribuer une adresse IP statique à notre Raspberry Pi


Source : Auteurs

Dans la partie « DMZ », nous sélectionnons notre Raspberry Pi dans la liste des appareils et nous cliquons sur le bouton « Activer DMZ pour l'appareil ». Cette option permet de rediriger tous les ports vers notre Raspberry Pi. En activant l'option DMZ sur notre routeur internet, n'importe qui peut accéder à notre Raspberry Pi en utilisant n'importe quel port réseau. Nous prenons le risque d'ouvrir tous les ports de notre Raspberry Pi bien que cette configuration présente de grands risques de sécurité, en phase de production, pour un service d'hosting. Nous devons pas utiliser cette fonctionnalité sur notre routeur.

Figure 44 : Activation du DMZ pour notre Raspberry Pi

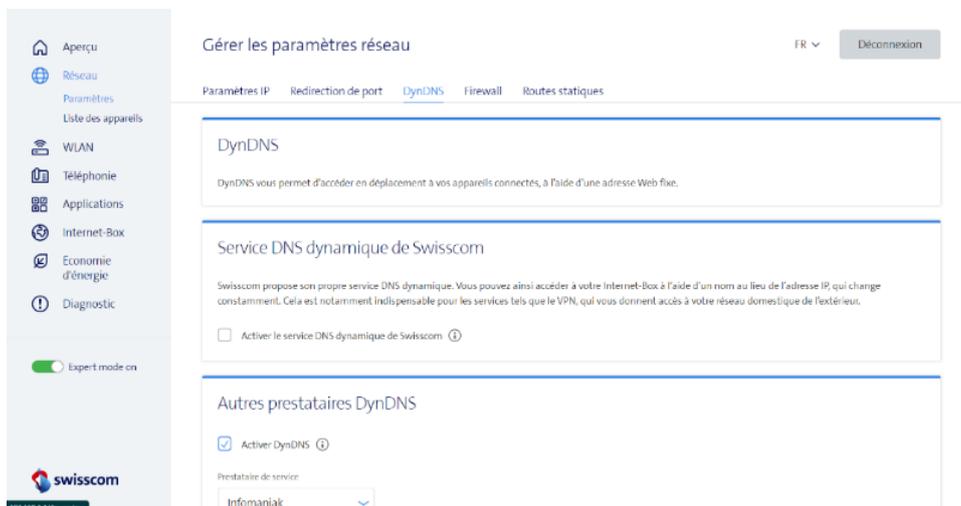


Source : Auteurs

7.4 Activation et configuration du DnyDNS d'infomaniak sur notre routeur internet

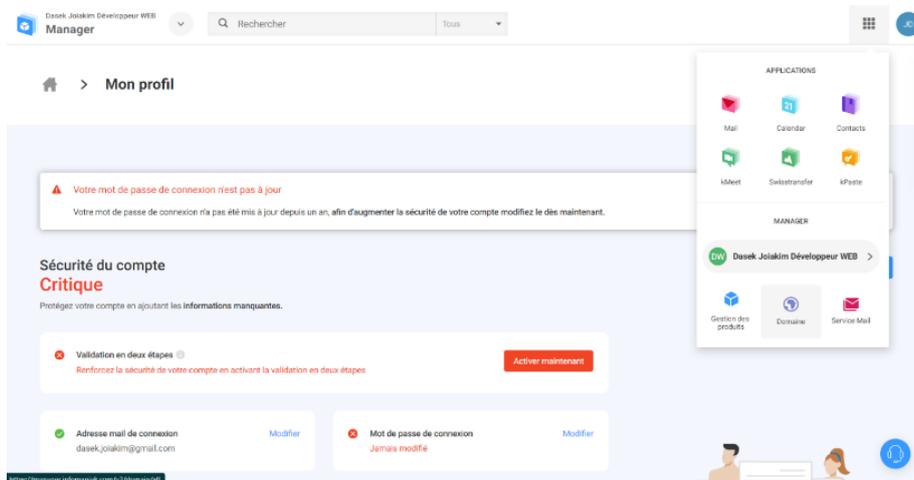
Nous allons dans l'onglet « DynDNS » du menu « Gérer les paramètres réseau » pour ajouter le service DynDNS d'infomaniak. Ce service permet d'accéder à notre Raspberry Pi depuis une adresse web fixe que nous possédons déjà.

Figure 45 : Sélection d'un autre prestataire DynDNS dans notre routeur

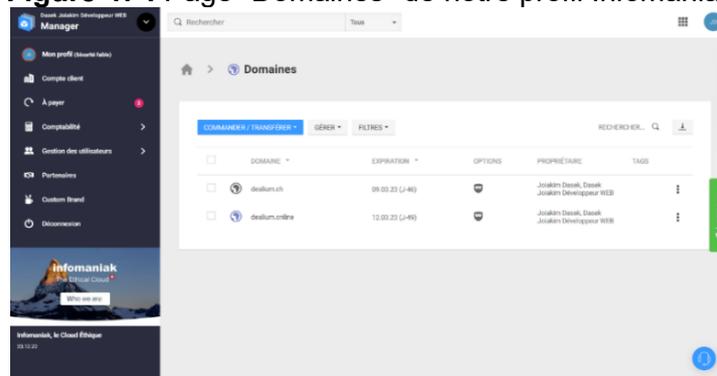


Source : Auteurs

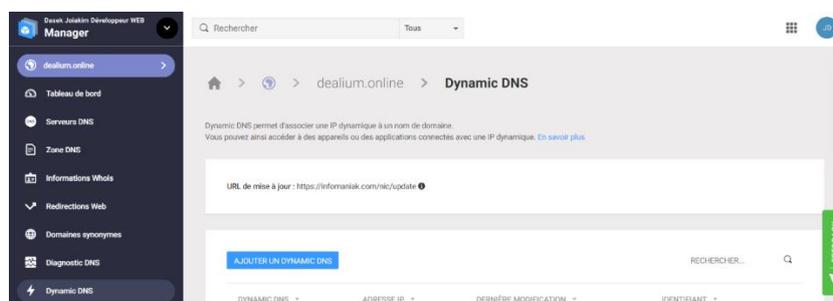
Afin de remplir toutes les informations nécessaires à la configuration du DynDNS, nous allons sur notre compte Infomaniak que nous possédons. Sur la page de notre compte Infomaniak nous cliquons sur le carré composé de points noirs afin d'afficher le menu « Applications »

Figure 46 : Connexion au compte d'Infomaniak**Source** : Auteurs

Nous cliquons sur le bouton « Domaine ». Nous arrivons sur la page « Domaines » de notre compte Infomaniak. Dans cette page nous retrouvons les noms de domaine que nous possédons. Nous cliquons sur le nom « dealium.online » pour accéder au menu « Dynamic DNS ».

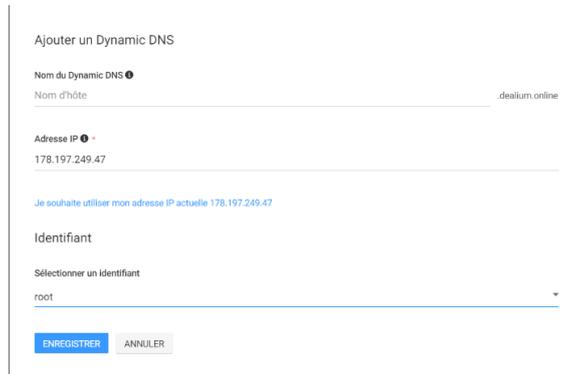
Figure 47 : Page "Domaines" de notre profil Infomaniak**Source** : Auteurs

Dans la page « Dynamic DNS », nous cliquons sur le bouton « Ajouter un dynamic DNS ».

Figure 48 : Ajout du Dynamic DNS pour "dealium.online"**Source** : Auteurs

Une fenêtre s'ouvre pour ajouter le Dynamic DNS pour dealium.online. Nous ajoutons notre adresse IP et nous sélectionnons notre identifiant. Dès que tout est bon, nous enregistrons.

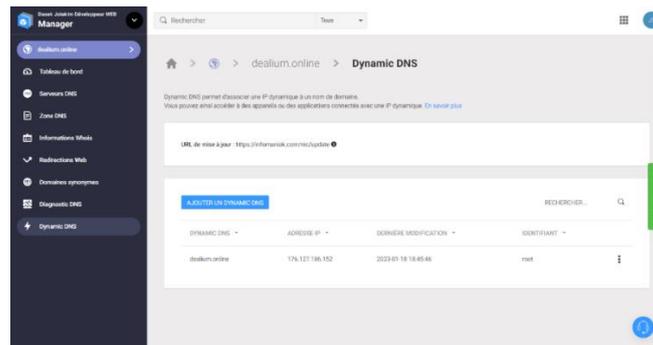
Figure 49 : Ajout du Dynamic DNS pour dealium.online



Source : Auteurs

Nous revenons sur la page « Dynamic DNS » de notre domaine dealium.online.

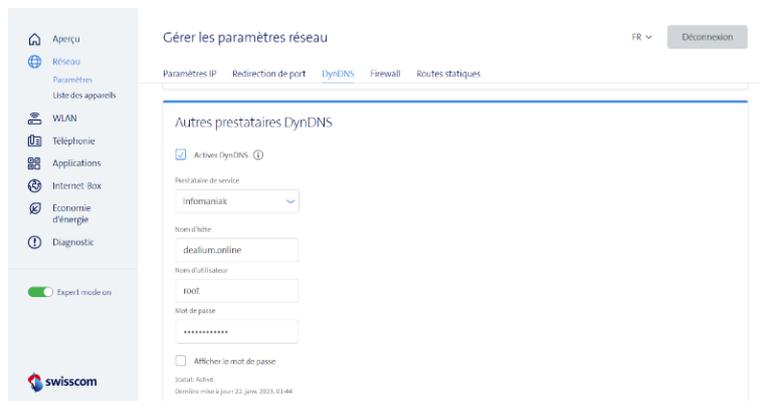
Figure 50 : Page « Dynamic DNS »



Source : Auteurs

Nous revenons dans la panneau de configuration de notre routeur. Nous ouvrons le menu « Réseau Paramètres » et nous allons dans l'onglet « DynDNS ».

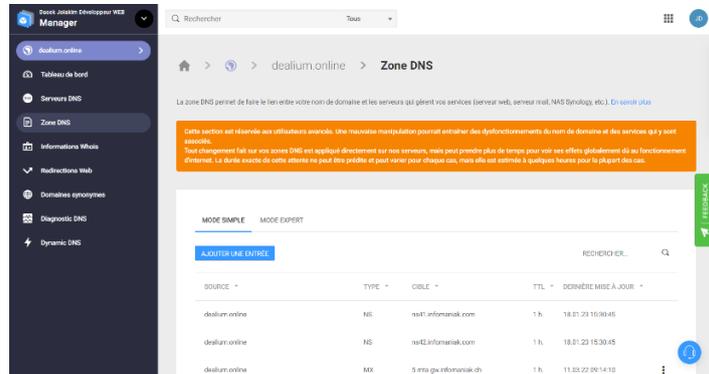
Figure 51 : Configuration du service DynDNS d'Infomaniak



Source : Auteurs

Nous remplissons le nom d'hôte, le nom d'utilisateur et le mot de passe du menu « Autres prestataires DynDNS ». Nous retournons sur notre compte Infomaniak et nous ouvrons l'onglet Zone DNS. Nous cliquons sur « Ajouter une entrée » dans la zone DNS.

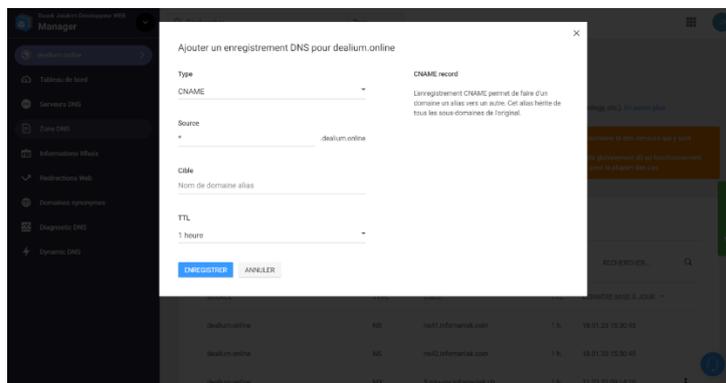
Figure 52 : Zone DNS de dealium.online



Source : Auteurs

Nous prenons une entrée de type « CNAME » afin de pouvoir créer des sous-domaines dans dealium.online. Le « CNAME » permet de définir le lien entre un nom de domaine alias et un nom domaine.

Figure 53 : Ajouter un enregistrement DNS pour dealium.online



Source : Auteurs

Figure 54 : Confirmation de l'ajout du CNAME à dealium.online

dealium.online	⚡	A	176.127.186.152	1 min.	18.01.23 18:45:46
dealium.online	⚡	A	176.127.186.152	1 min.	18.01.23 18:45:46
*.dealium.online		CNAME	dealium.online	1 h.	18.01.23 22:51:27

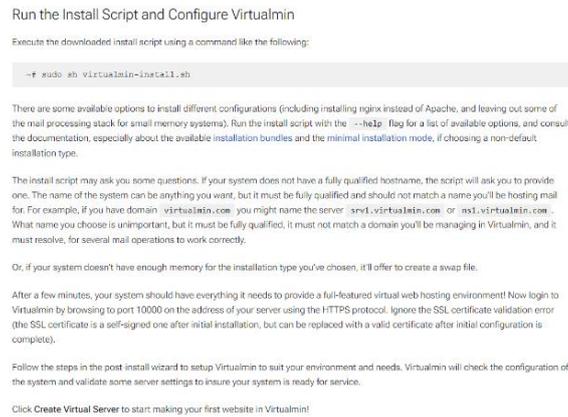
Source : Auteurs

7.5 Installation de Virtualmin sur le Raspberry Pi

Nous ouvrons le terminal de Windows pour accéder à distance à notre Raspberry Pi via le SSH.

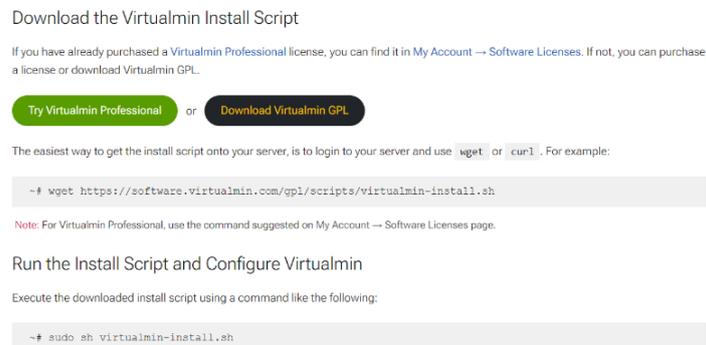
Nous consultons la page officielle de Virtualmin pour connaître les commandes à entrer dans le terminal de Windows pour installer Virtualmin sur notre Raspberry Pi.

Figure 55 : Procédure d'installation de Virtualmin



Source : (Virtualmin)

Figure 56 : Téléchargement de Virtualmin



Source : (Virtualmin)

Nous devons tout d'abord télécharger Virtualmin depuis l'adresse communiquée sur la page officielle de Virtualmin puis taper la commande pour installer Virtualmin sur notre Raspberry Pi.

Dans le terminal, nous tapons la commande suivante :

“`wget https://software.virtualmin.com/gpl/scripts/virtualmin-install.sh`”

Cette commande déclenche le téléchargement de Virtualmin depuis le lien publié sur le site officiel de Virtualmin.

Figure 57 : Téléchargement de Virtualmin depuis la source indiquée sur la page officielle

```

pi@raspberrypi:~$ wget https://software.virtualmin.com/gpl/scripts/virtualmin-install.sh
--2023-01-20 15:17:09-- https://software.virtualmin.com/gpl/scripts/virtualmin-install.sh
Resolving software.virtualmin.com (software.virtualmin.com)... 163.172.162.254
Connecting to software.virtualmin.com (software.virtualmin.com)[163.172.162.254]:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 43560 (43K) [application/x-sh]
Saving to: 'virtualmin-install.sh'

virtualmin-install.sh      100%[=====] 42.54K  --.-KB/s  in 0.07s
2023-01-20 15:17:10 (581 KB/s) - 'virtualmin-install.sh' saved [43560/43560]
pi@raspberrypi:~$
  
```

Source : Auteurs

Nous tapons la commande « `sudo sh virtualmin-install.sh` » pour installer Virtualmin sur notre Raspberry Pi. Le système nous demande notre mot de passe avant l'installation du programme.

Figure 58 : Commande pour installer Virtualmin

```

pi@raspberrypi:~$ sudo sh virtualmin-install.sh
[sudo] password for pi: |
  
```

Source : Auteurs

Dès que nous validons notre mot de passe, Virtualmin affiche un message de bienvenue contenant diverses informations sur Virtualmin. Le programme d'installation nous demande si nous voulons continuer, nous écrivons « y » puis le programme d'installation démarre.

Figure 59 : Message de bienvenue de l'installation de Virtualmin

```

pi@raspberrypi:~$ sudo sh virtualmin-install.sh
[sudo] password for pi:
Running Virtualmin 7 pre-installation setup:
  Syncing system time ..
  .. done
  Updating CA certificates ..
  .. done

Welcome to the Virtualmin GPL installer, version 7.0.3

This script must be run on a freshly installed supported OS. It does not
perform updates or upgrades (use your system package manager) or license
changes (use the "virtualmin change-license" command).

The systems currently supported by install script are:

Red Hat Enterprise Linux and derivatives
- RHEL 8 and 9 on x86_64
- Alma and Rocky 8 and 9 on x86_64
- CentOS 7 on x86_64

Debian Linux and derivatives
- Debian 10 and 11 on i386 and amd64
- Ubuntu 20.04 LTS and 22.04 LTS on i386 and amd64

If your OS/version/arch is not listed, installation will fail. More
details about the systems supported by the script can be found here:
https://www.virtualmin.com/os-support

The selected package bundle is LAMP and the size of install is
full. It will require up to 650 MB of disk space.

Exit and re-run this script with --help flag to see available options.

Continue? (y/n) y
  
```

Source : Auteurs

L'installation comporte trois étapes. Dès que l'installation est finie, nous recevons l'adresse qui nous permet d'accéder à Virtualmin depuis notre navigateur. Le programme d'installation nous demande d'entrer le nom d'hôte complètement qualifié du Raspberry Pi.

Figure 60 : Différentes étapes de l'installation de Virtualmin

```
[INFO] Started installation log in /root/virtualmin-install.log
Phase 1 of 3: Setup
[ERROR] Your system hostname raspberrypi is not fully qualified.
Please enter a fully qualified hostname (e.g.: host.example.com): dealium.online

Downloading Virtualmin 7 key
Installing Virtualmin 7 key
Installing Webmin key
Downloading repository metadata
Enabling universe repositories, if not already available
Disabling cdrom: repositories
Cleaning up software repo metadata

Phase 2 of 3: Installation
Checking and installing system packages updates
Installing Virtualmin 7 and all related packages
Installing Virtualmin 7 and all related packages updates

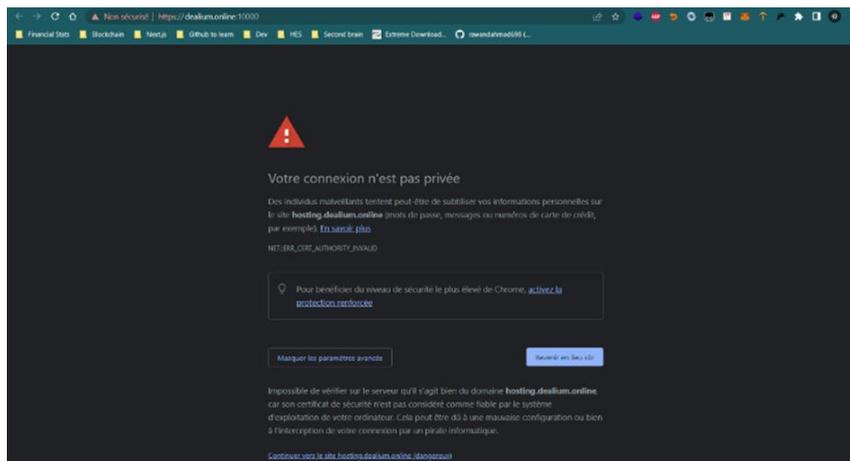
Phase 3 of 3: Configuration
[1/21] Configuring AWStats
[2/21] Configuring Apache
[3/21] Configuring Bind
[4/21] Configuring ClamAV
[5/21] Configuring Dovecot
[6/21] Configuring Etckeeper
[7/21] Configuring FirewallD
[8/21] Configuring MariaDB
[9/21] Configuring Postfix
[10/21] Configuring ProFTPD
[11/21] Configuring Procmail
[12/21] Configuring Quotas
[13/21] Configuring SASL
[14/21] Configuring Shells
[15/21] Configuring SpamAssassin
[16/21] Configuring Status
[17/21] Configuring Upgrade
[18/21] Configuring Usermin
[19/21] Configuring Webmin
[20/21] Configuring Fail2banFirewalld
[21/21] Configuring Virtualmin
Cleaning up

[SUCCESS] Installation Complete!
[SUCCESS] If there were no errors above, Virtualmin should be ready
[SUCCESS] to configure at https://hosting.dealium.online:10000 (or https://192.168.1.129:10000).
[SUCCESS] You may receive a security warning in your browser on your first visit.
```

Source : Auteurs

Nous ouvrons notre navigateur et nous écrivons l'adresse suivante pour accéder à Virtualmin :

« <https://dealium.online:10000> »

Figure 61 : Ouverture de Virtualmin depuis notre navigateur


Source : Auteurs

Nous recevons un message d'avertissement qui nous indique que la connexion n'est pas privée. Nous cliquons sur « Continuer sur le site dealium.online » afin d'accéder à Virtualmin.

8. Configuration des options Virtualmin après installation

Après l'installation de Virtualmin, nous avons encore plusieurs étapes à réaliser avant d'utiliser Virtualmin comme indiqué dans la page officielle de l'installation automatique de Virtualmin :

Figure 62 : étapes à réaliser après l'installation

Completing the Installation

Once the necessary questions have been answered, installation will proceed automatically. After 2-20 minutes, depending on the speed of your network connection and hardware, your system will be configured for Virtualmin and ready to login to. You can then login to Virtualmin. Virtualmin runs on port 10000 and is encrypted using SSL. Thus, you can connect to your system with an address of the form:

```
https://example.com:10000 or https://192.168.1.1:10000
```

And then log in as the `root` user, or any user with sudo ALL access.

It will then walk you through a post-installation setup wizard, asking you a series of setup questions.

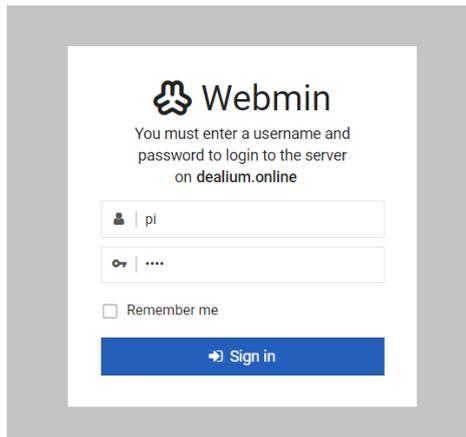
The final step in the installation is to perform the configuration check, by clicking the Check Configuration button at the top of the Virtualmin System Information page.

Source : (Virtualmin)

Virtualmin est un module pour webmin. Dans le panneau de configuration de Virtualmin, nous retrouvons un onglet pour Virtualmin et un autre pour Webmin. Dans l'onglet Webmin, nous retrouvons toutes les options pour gérer les utilisateurs de notre service d'hosting. Dans l'onglet Virtualmin, nous accédons à tous les paramètres liés à la gestion des serveurs virtuels et des types de comptes de notre service d'hosting.

Après avoir composé l'adresse pour accéder au panneau de configuration de Virtualmin dans notre navigateur, nous arrivons sur la page de connexion à Webmin. Nous entrons notre nom de d'utilisateur et notre mot de passe de notre Raspberry Pi.

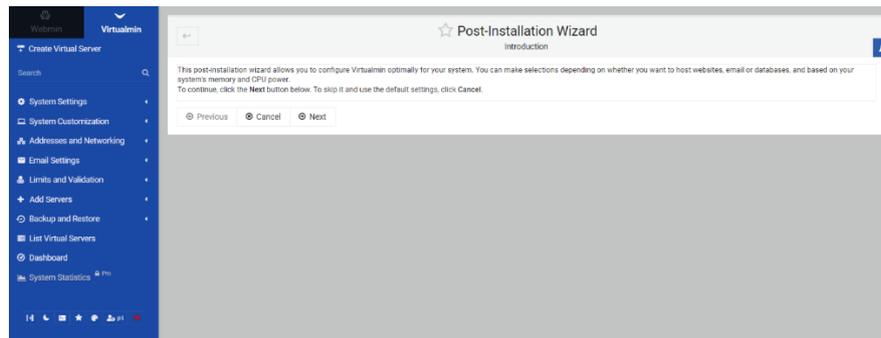
Figure 63 : Connexion au panneau de Virtualmin pour la configuration après installation



Source : Auteurs

Après avoir entré notre login et notre mot de passe, nous arrivons sur la première page de configuration après installation. Nous cliquons sur le bouton « Next ».

Figure 64 : Première fenêtre de configuration de Virtualmin après installation



Source : Auteurs

Dans la page « Memory use », nous cliquons sur “No, slower UI with less RAM used but more CPU load”. On ne précharge pas les bibliothèques de Virtualmin afin de ne pas saturer la mémoire RAM. Nous sélectionnons « No, slower mail processing with less RAM used, but more CPU load » pour utiliser moins de mémoire RAM pour le traitement des mails.

Figure 65 : utilisation de la mémoire RAM



Source : Auteurs

Nous désactivons la recherche de virus avec ClamAV pour économiser de la mémoire RAM. Nous sélectionnons l’option « No, email will not be filtered ».

Figure 66 : Désactivation de la recherche de ClamAV



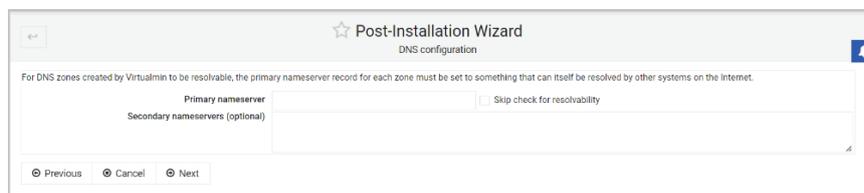
Source : Auteurs

Nous utilisons la base de données MariaDB qui est comptable avec WordPress et d’autres CMS. Nous cliquons sur « Yes » à côté de « Run MariaDB database server ».

Figure 67 : Choix de la base de données

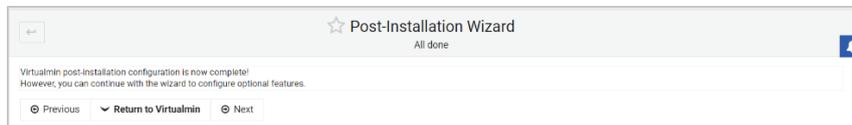
Source : Auteurs

Nous ne remplissons pas les cases de la configuration de la zone DNS.

Figure 68 : Configuration de la zone DNS

Source : Auteurs

Nous arrivons à la fin des options à configurer après l'installation.

Figure 69 : Dernière page de configuration après installation

Source : Auteurs

Pour le stockage des mots de passe des serveurs virtuels et des boîtes mails, nous choisissons l'option « Only store hashed passwords » afin de crypter les mots de passe stockés par Virtualmin.

Figure 70 : Stockage des mots de passes

Source : Auteurs

Nous sélectionnons l'option « Keep MariaDB system defaults » afin de laisser les paramètres par défaut pour la gestion de la mémoire RAM utilisée par MariaDB.

Figure 71 : Laisser les paramètres de base de MariaDB

Source : Auteurs

Nous sélectionnons l'option « Per-domain directory under /etc/ssl/virtualmin » afin de stocker tous les certificats SSL de tous les serveurs virtuels au même endroit.

Figure 72 : Emplacement des certificats SSL

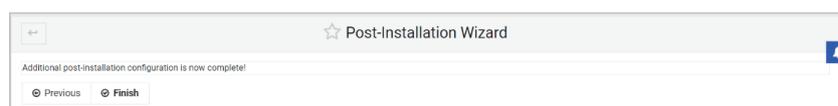
Source : Auteurs

Nous demandons l'activation des certificats SSL sur le serveur par défaut en sélectionnant « Yes, with Let's Encrypt certificate ». Nous sélectionnons « No, thanks » pour la question « Setup default virtual server ? »

Figure 73 : Création du serveur avec le domaine

Source : Auteurs

Nous arrivons à la fin de la configuration de Virtualmin après l'installation, nous cliquons sur « Finish ».

Figure 74 : Fin de la configuration après installation de Virtualmin

Source : Auteurs

Une nouvelle page s'affiche afin de nous demander de rafraîchir et de reconstruire la configuration de Virtualmin. Nous cliquons sur « Re-check and refresh configuration ».

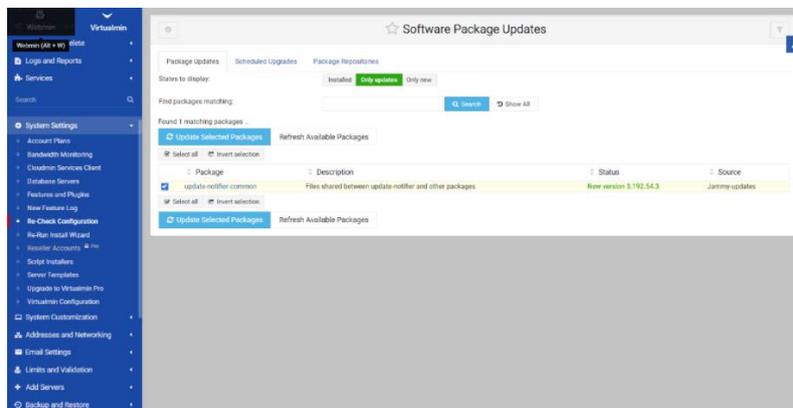
Figure 75 : Vérification et rechargement de la configuration de Virtualmin



Source : Auteurs

Nous arrivons sur le page « Re-Check Configuration ». Nous cliquons sur le bouton « Update Selected Packages » afin de rechercher les dernières mises à jour de Virtualmin.

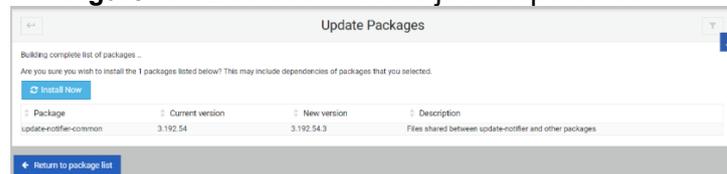
Figure 76 : Recherche des mises à jour de Virtualmin



Source : Auteurs

La liste des mises à jour disponibles s'affiche. Nous cliquons sur « Install Now » afin d'installer les dernières mises à jour disponibles pour Virtualmin.

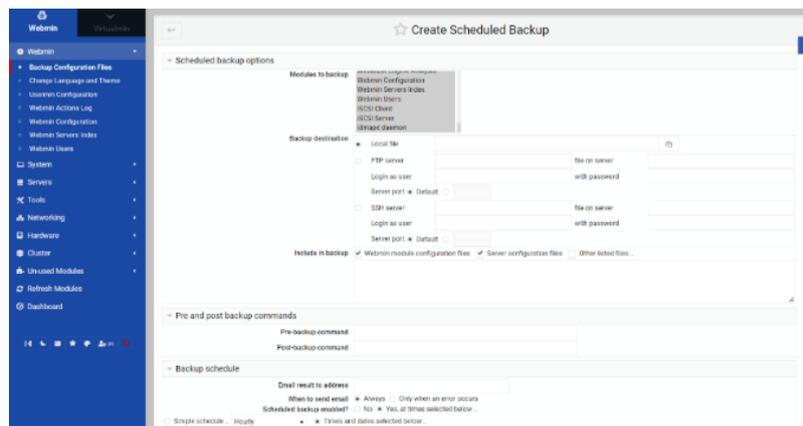
Figure 77 : Liste des mises à jour disponibles



Source : Auteurs

Nous cliquons sur l'onglet « Webmin » en haut à gauche et nous ouvrons le menu « Webmin ». Nous cliquons ensuite sur « Backup Configuration Files » pour accéder à la page pour configurer les sauvegardes planifiées. Nous choisissons tous les éléments à sauvegarder dans la liste « Module to backup ». Nous cliquons sur « Local file » afin de stocker les sauvegardes directement sur notre Raspberry Pi. Nous pouvons aussi changer l'emplacement des sauvegardes planifiées afin qu'elles soient envoyées vers un serveur FTP ou un serveur SSH de notre choix.

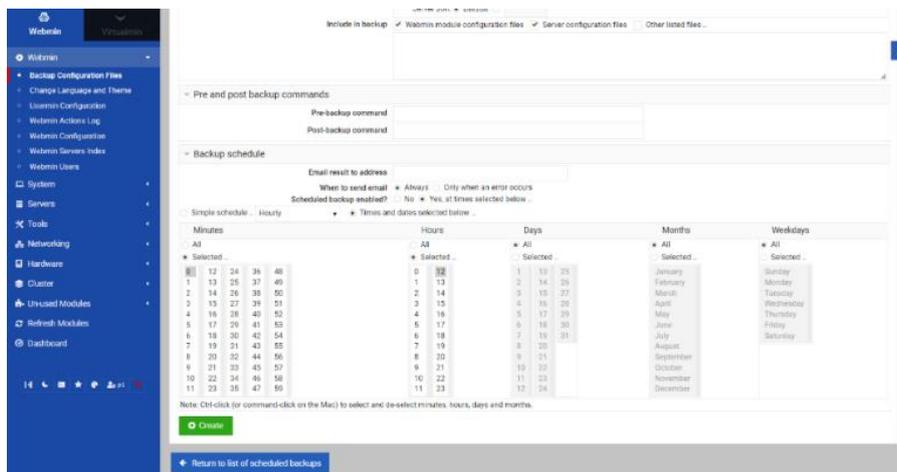
Figure 78 : Choix des options des sauvegardes planifiées



Source : Auteurs

Nous descendons plus bas dans la page pour régler la fréquence des sauvegardes planifiées. Nous cliquons sur le bouton « Create » pour demander à Webmin de sauvegarder automatiquement toutes les données des utilisateurs chaque 12 heures.

Figure 79 : Choix de la fréquence des sauvegardes planifiées



Source : Auteurs

9. Comptes utilisateurs et serveurs virtuels de Virtualmin

9.1 Présentation des différents comptes utilisateurs et des serveurs virtuels de Virtualmin

Virtualmin dispose de quatre types de comptes d'utilisateurs. Nous avons l'administrateur principal de Virtualmin, le revendeur, le propriétaire du serveur virtuel, les utilisateurs FTP/mails.

1. L'administrateur principal de Virtualmin dispose de tous les droits pour administrer et configurer toutes les options du serveur. Il peut créer de nouveaux utilisateurs et de nouveaux serveurs virtuels sur le serveur. C'est l'utilisateur « root » de notre serveur Linux.
2. Le revendeur est créé par l'administrateur principal de Virtualmin. Il peut créer des comptes de serveurs virtuels pour les autres utilisateurs. Ce type n'est pas disponible dans la version gratuite de Virtualmin. Nous n'avons pas de revendeurs dans notre service d'hosting.
3. Le propriétaire du serveur virtuel est la personne qui gère un serveur virtuel ainsi que les sous-serveurs et les alias qui appartiennent au serveur virtuel. Un serveur virtuel est un compte de Virtualmin qui inclut un site internet, un compte FTP associé à un nom de domaine. Les serveurs virtuels ont un compte administrateur nommé « Propriétaire du serveur virtuel ». Il ont les droits de créer des adresses mails supplémentaires, de nouveaux comptes FTP et de nouveaux sites web. L'administrateur principal de Virtualmin ou le revendeur peuvent limiter le nombre d'adresses mails, le nombre de comptes FTP et le nombre de sites web que le propriétaire du serveur virtuel peut créer.
4. Les utilisateurs FTP/mail appartiennent à un serveur virtuel spécifique. Ils ont accès à un compte FTP et/ou à une boîte mail. Ils sont créés par l'administrateur principal ou le revendeur.

Les sous-serveurs sont créés par le propriétaire du serveur virtuel. Un sous-serveur est un nom de domaine secondaire configuré dans un serveur virtuel avec son propre nom de domaine, et un ensemble d'adresses électroniques et de comptes FTP. Le nombre de sous-serveurs que le propriétaire peut créer est défini par l'administrateur principal de Virtualmin.

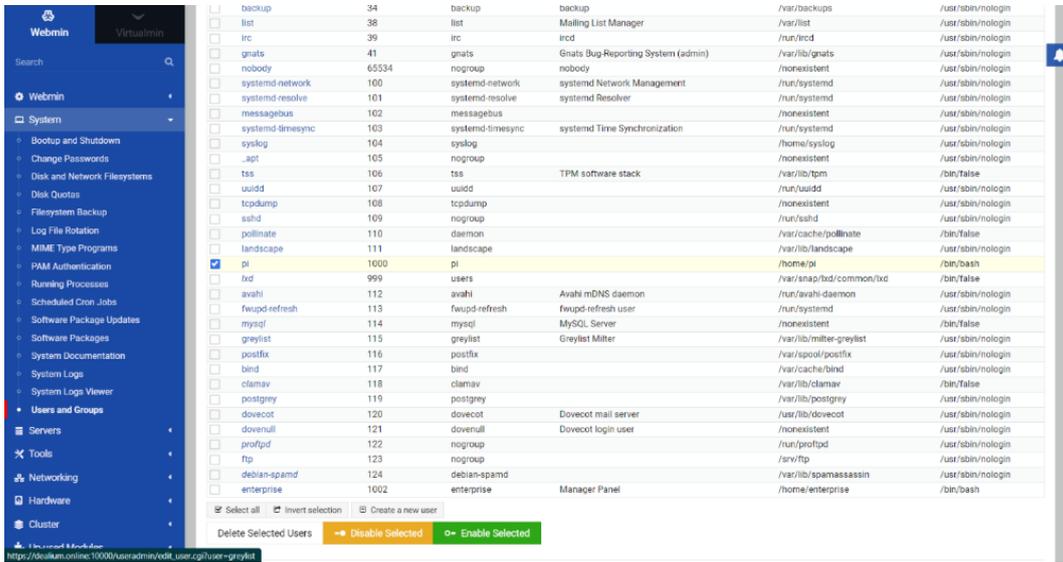
Les alias servent à lier deux noms de domaines à un même site internet. Si nous avons les noms de domaines « Site1.ch » et « Site1.eu » et que nous voulons qu'ils aient tous les deux le même site internet, nous configurons « Site1.ch » afin qu'il soit un alias de « Site1.eu ».

9.2 Création du compte de l'administrateur principal de Virtualmin

Par défaut, Virtualmin utilise le même compte que celui qui nous sert à accéder à notre Raspberry Pi. Pour empêcher des personnes non-autorisées de se connecter au panneau de contrôle de Virtualmin avec l'utilisateur « pi », nous créons un nouvel utilisateur qui dispose des mêmes droits. Nous allons dans l'onglet « Webmin » puis nous ouvrons le menu « System ». Nous cliquons sur « Users and Groups » pour afficher tous les utilisateurs de Webmin.

Nous sélectionnons l'utilisateur « pi » et nous l'ouvrons.

Figure 80 : Sélection de l'utilisateur "pi"

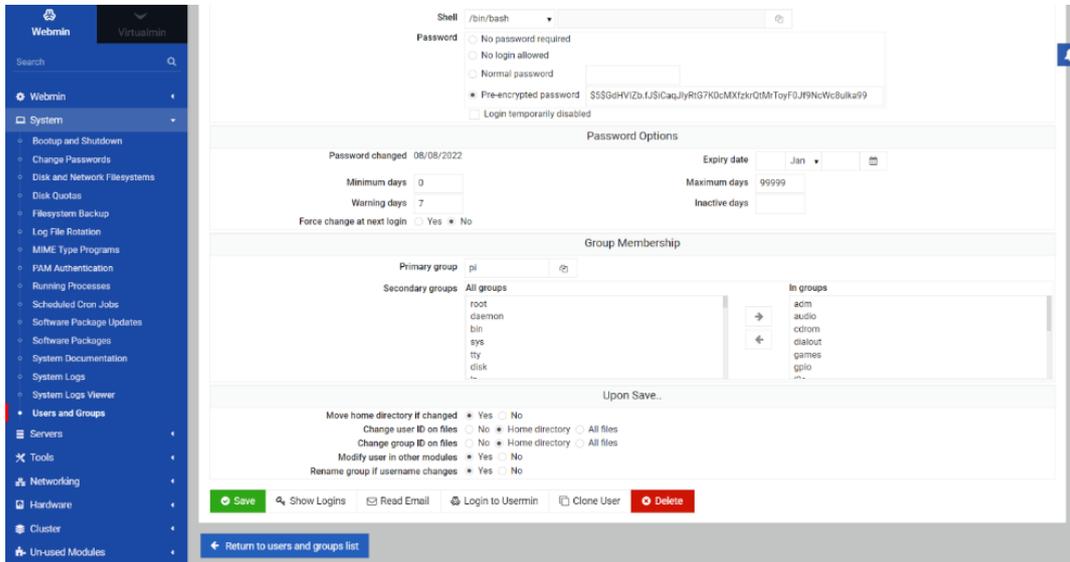


Username	UID	Group	System	Shell	Home Directory	Logon Shell
backup	34	backup	backup	/var/backups	/usr/sbin/nologin	
list	38	list	Mailing List Manager	/var/list	/usr/sbin/nologin	
irc	39	irc	ircd	/run/ircd	/usr/sbin/nologin	
gnats	41	gnats	Gnats Bug-Reporting System (admin)	/var/lib/gnats	/usr/sbin/nologin	
nobody	65534	nogroup	nobody	/nonexistent	/usr/sbin/nologin	
systemd-network	100	systemd-network	systemd Network Management	/run/systemd	/usr/sbin/nologin	
systemd-resolve	101	systemd-resolve	systemd Resolver	/run/systemd	/usr/sbin/nologin	
messagebus	102	messagebus		/nonexistent	/usr/sbin/nologin	
systemd-timesync	103	systemd-timesync	systemd Time Synchronization	/run/systemd	/usr/sbin/nologin	
syslog	104	syslog		/home/syslog	/usr/sbin/nologin	
_apt	105	nogroup		/nonexistent	/usr/sbin/nologin	
tss	106	tss	TPM software stack	/var/lib/tpm	/bin/false	
uaidd	107	uaidd		/run/uaidd	/usr/sbin/nologin	
tcpdump	108	tcpdump		/nonexistent	/usr/sbin/nologin	
sshd	109	nogroup		/run/sshd	/usr/sbin/nologin	
pollinate	110	daemon		/var/cache/pollinate	/bin/false	
landscape	111	landscape		/var/lib/landscape	/usr/sbin/nologin	
pi	1000	pi		/home/pi	/bin/bash	
lxd	999	users		/var/snap/lxd/common/lxd	/bin/false	
avahi	112	avahi	Avahi mDNS daemon	/run/avahi-daemon	/usr/sbin/nologin	
fwupd-refresh	113	fwupd-refresh	fwupd refresh user	/run/systemd	/usr/sbin/nologin	
mysql	114	mysql	MySQL Server	/nonexistent	/bin/false	
greylist	115	greylist	Greylist Milter	/var/lib/milter-greylist	/usr/sbin/nologin	
postfix	116	postfix		/var/spool/postfix	/usr/sbin/nologin	
bind	117	bind		/var/cache/bind	/usr/sbin/nologin	
clamav	118	clamav		/var/lib/clamav	/bin/false	
postgrey	119	postgrey		/var/lib/postgrey	/usr/sbin/nologin	
dovecot	120	dovecot	Dovecot mail server	/usr/lib/dovecot	/usr/sbin/nologin	
dovnull	121	dovnull	Dovecot login user	/nonexistent	/usr/sbin/nologin	
proftpd	122	nogroup		/run/proftpd	/usr/sbin/nologin	
ftp	123	nogroup		/var/ftp	/usr/sbin/nologin	
debian-spamd	124	debian-spamd	Manager Panel	/var/lib/spamassassin	/usr/sbin/nologin	
enterprise	1002	enterprise	Manager Panel	/home/enterprise	/bin/bash	

Source : Auteurs

Nous descendons au fond de la page de configuration de l'utilisateur « pi » et nous cliquons sur « Clone User ».

Figure 81 : Bas de la page de configuration de l'utilisateur "pi"



Shell: /bin/bash

Password: No password required
 No login allowed
 Normal password
 Pre-encrypted password: \$\$\$\$GhVlZbLjSiCaqJyRiG7K0cMXzkrQmMrToyF0Jf9NcWcBulka99
 Login temporarily disabled

Password Options
 Password changed: 08/08/2022
 Expiry date: Jan
 Minimum days: 0
 Maximum days: 99999
 Warning days: 7
 Inactive days:
 Force change at next login: Yes No

Group Membership
 Primary group: pi
 Secondary groups: All groups
 root, daemon, bin, sys, tty, disk
 In groups: acim, audio, cdrom, dialout, games, gpio

Upon Save...
 Move home directory if changed: Yes No
 Change user ID on files: No Home directory All files
 Change group ID on files: No Home directory All files
 Modify user in other modules: Yes No
 Rename group if username changes: Yes No

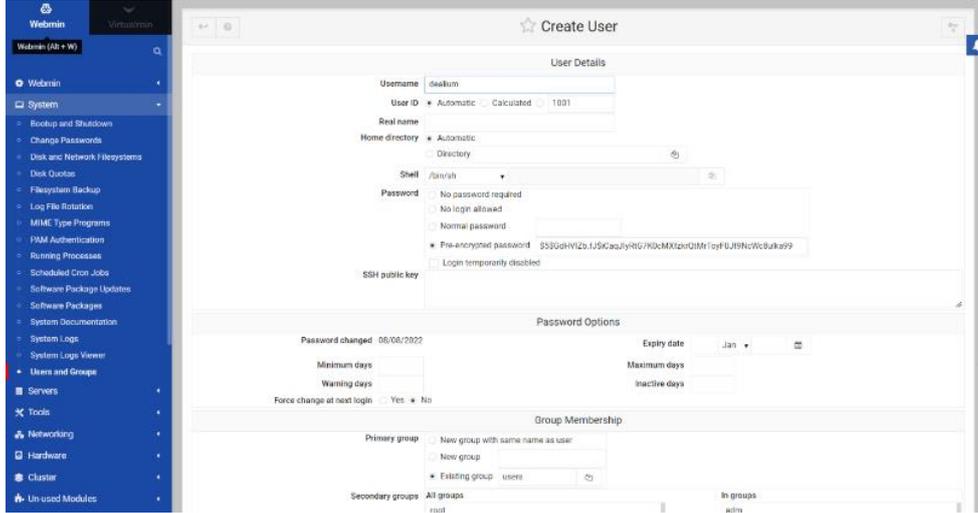
Buttons: Save, Show Logins, Read Email, Login to Usermin, Clone User, Delete

Return to users and groups list

Source : Auteurs

Nous donnons le nom “dealium” au nouvel utilisateur cloné. Il a exactement les mêmes droits et permissions que l'utilisateur “pi”.

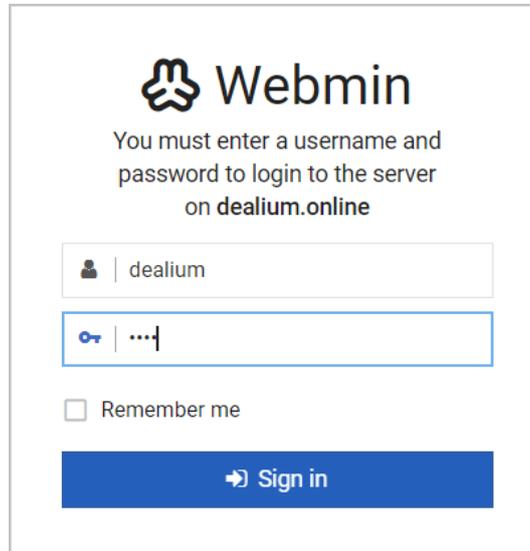
Figure 82 : Création de l'utilisateur "dealium"



Source : Auteurs

Nous pouvons maintenant nous connecter à Webmin avec l'utilisateur “dealium”.

Figure 83 : Connexion à Webmin avec l'utilisateur dealium



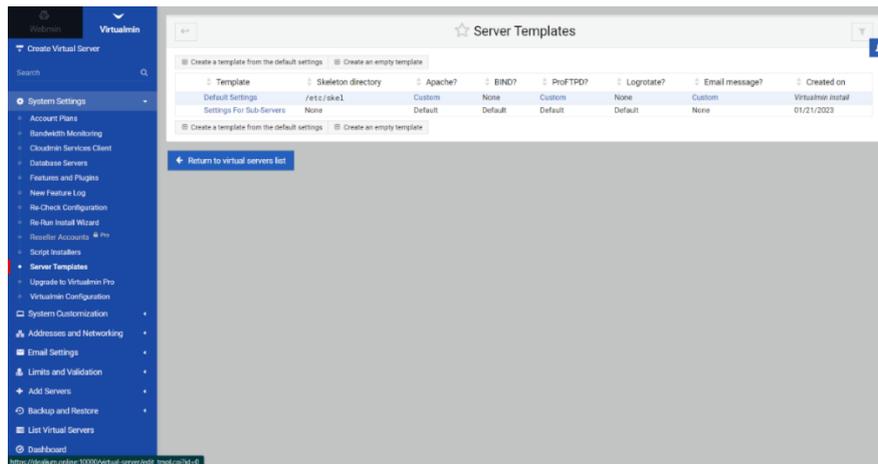
Source : Auteurs

9.3 Création du modèle pour les serveurs virtuels et le sous-serveurs

Cette étape nous permet de définir un modèle de configuration pour les serveurs virtuels et sous-serveurs afin de l'appliquer lors de la création de nouveaux serveurs virtuels.

Nous allons dans l'onglet « Virtualmin ». Nous ouvrons le menu « System Settings » et nous cliquons sur « Server Templates ». Nous cliquons sur le bouton « Create a template from the default settings ».

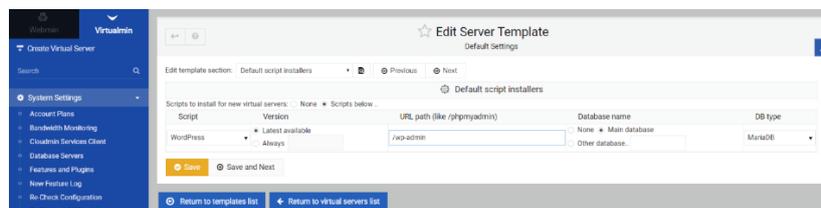
Figure 84 : Création du modèle de serveur



Source : Auteurs

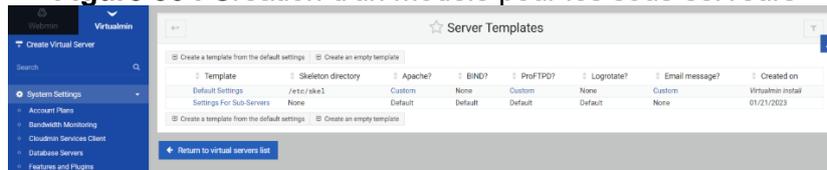
Nous arrivons sur la page d'édition du modèle de serveur. Nous sélectionnons le script « WordPress » et nous cliquons sur « Latest available ». Nous prenons la base de données principale (Main database) et nous contrôlons que la base de données « MariaDB » est bien sélectionnée. Dès que tout est bon, nous appuyons sur le bouton « Save ».

Figure 85 : Édition du modèle de serveur



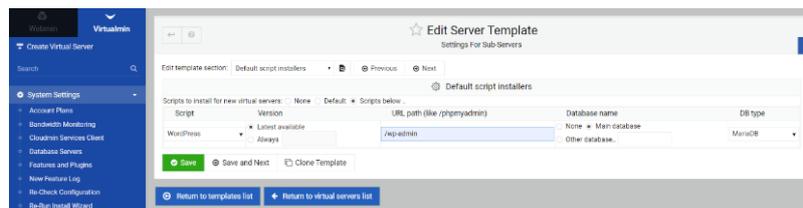
Source : Auteurs

Nous créons un modèle pour les sous-serveurs avec les mêmes options que le modèle de serveur.

Figure 86 : Création d'un modèle pour les sous-serveurs

Source : Auteurs

Nous prenons les mêmes options que le modèle de serveur pour configurer le modèle de sous-serveur.

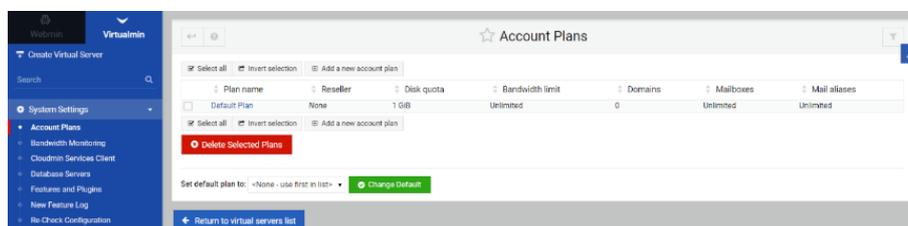
Figure 87 : Édition du modèle de sous-serveur

Source : Auteurs

9.4 Création des différents types de comptes de notre service d'hosting

Dans Virtualmin, nous avons les plans de comptes utilisateurs qui nous permet de créer les différents comptes de notre service d'hosting. Avec les plans de comptes utilisateurs nous pouvons créer par exemple des comptes basiques pour les personnes qui souhaitent créer un site personnel de quelques pages et des comptes professionnels pour les entreprises qui veulent disposer d'un espace de stockage plus grand pour stocker des sites internet plus complexes et comportant un plus grand nombre de pages.

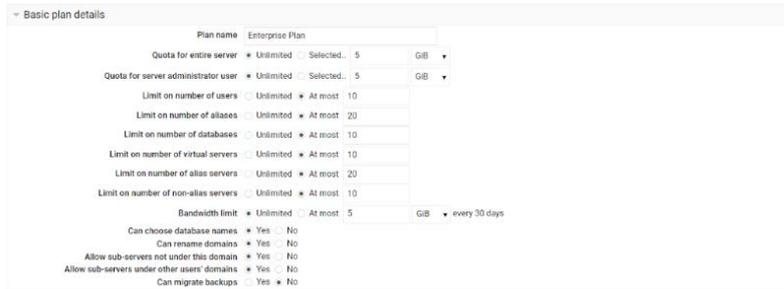
Nous ouvrons l'onglet « Virtualmin » et nous cliquons sur « System Settings ». Nous choisissons « Account Plans ». Sur la page « Account Plans », nous cliquons sur le bouton « Add a new account plan » pour créer un nouveau plan de compte utilisateur.

Figure 88 : Création d'un plan utilisateur

Source : Auteurs

Nous créons le premier plan utilisateur de notre service d'hosting. Il se nomme « Entreprise Plan ».

Figure 89 : Création du plan utilisateur "Entreprise Plan"



The screenshot shows the configuration for the 'Enterprise Plan' under 'Basic plan details'. The plan name is 'Enterprise Plan'. The following settings are visible:

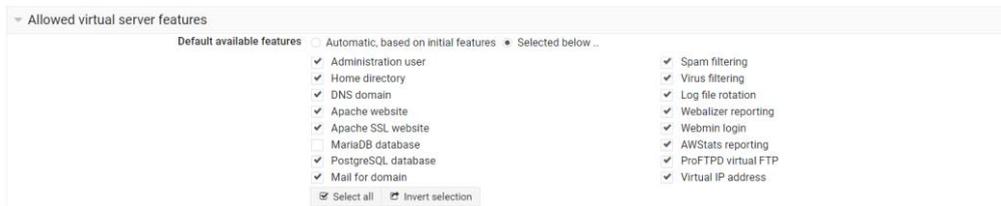
- Quota for entire server: Unlimited (Selected), 5 GIB
- Quota for server administrator user: Unlimited (Selected), 5 GIB
- Limit on number of users: Unlimited (Selected), At most 10
- Limit on number of aliases: Unlimited (Selected), At most 20
- Limit on number of databases: Unlimited (Selected), At most 10
- Limit on number of virtual servers: Unlimited (Selected), At most 10
- Limit on number of alias servers: Unlimited (Selected), At most 20
- Limit on number of non-alias servers: Unlimited (Selected), At most 10
- Bandwidth limit: Unlimited (Selected), At most 5 GIB every 30 days
- Can choose database names: Yes (Selected), No
- Can rename domains: Yes (Selected), No
- Allow sub-servers not under this domain: Yes (Selected), No
- Allow sub-servers under other users' domains: Yes (Selected), No
- Can migrate backups: Yes (Selected), No

Source : Auteurs

Les comptes « Entreprise Plan » donnent accès un espace de stockage en ligne illimité et un trafic illimité. Nous avons limité le nombre de personnes qui peuvent souscrire à cette offre car l'espace de stockage de notre Raspberry Pi reste encore très limité. Le nombre maximal de serveurs virtuels pour ce les comptes « Entreprise Plan » est de 10. Nous devons fixer des limites pour éviter que les utilisateurs créent un nombre trop grand nombre de bases de données et de serveurs virtuels sur notre service d'hosting.

Nous réglons les services auxquels les utilisateurs des comptes « Entreprise Plan » en sélectionnant les options voulues dans le menu « Allowed virtual server features ».

Figure 90 : Fonctions accessibles aux utilisateurs des comptes « Entreprise Plan »



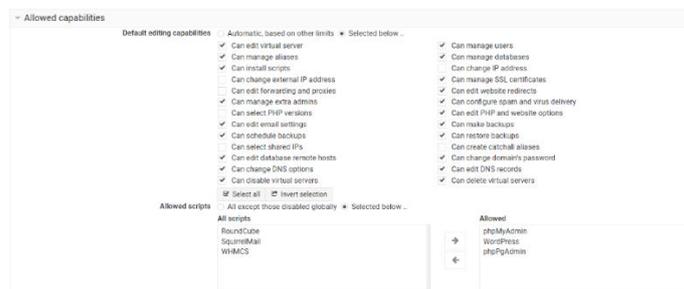
The screenshot shows the 'Allowed virtual server features' configuration page. The 'Default available features' are set to 'Automatic, based on initial features'. The following features are selected:

- Administration user
- Home directory
- DNS domain
- Apache website
- Apache SSL website
- MariaDB database
- PostgreSQL database
- Mail for domain
- Spam filtering
- Virus filtering
- Log file rotation
- Webalizer reporting
- Webmin login
- AWStats reporting
- ProFTPD virtual FTP
- Virtual IP address

Source : Auteurs

Dans le menu « Allow capabilities », nous cliquons sur les actions que peuvent accomplir les utilisateurs des comptes « Entreprise Plan » sur notre service d'hosting.

Figure 91 : Actions réalisables par les utilisateurs des comptes « Entreprise Plan »



The screenshot shows the 'Allowed capabilities' configuration page. The 'Default editing capabilities' are set to 'Automatic, based on other limits'. The following capabilities are selected:

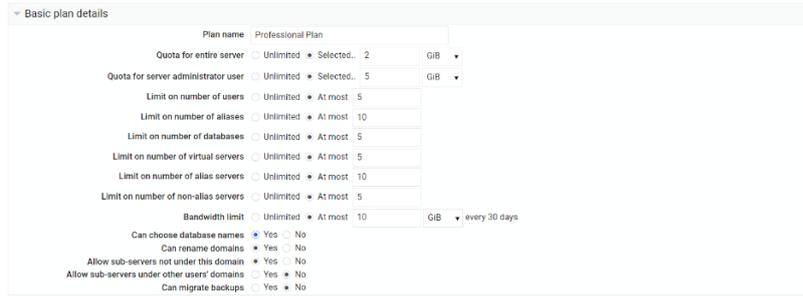
- Can edit virtual server
- Can manage aliases
- Can install scripts
- Can change external IP address
- Can edit forwarding and proxies
- Can manage extra address
- Can select PHP versions
- Can edit email settings
- Can schedule backups
- Can select shared IPs
- Can edit database remote hosts
- Can change DNS options
- Can disable virtual servers
- Can manage users
- Can manage databases
- Can change IP address
- Can manage SSL certificates
- Can edit website redirects
- Can configure open and virus delivery
- Can edit PHP and website options
- Can make backups
- Can restore backups
- Can create catchall aliases
- Can change domain's password
- Can edit DNS records
- Can delete virtual servers

Allowed scripts: All except those disabled globally. Selected below:

- BrandZune
- SqueMail
- WHMCS
- phpMyAdmin
- WordPress
- phpPgAdmin

Source : Auteurs

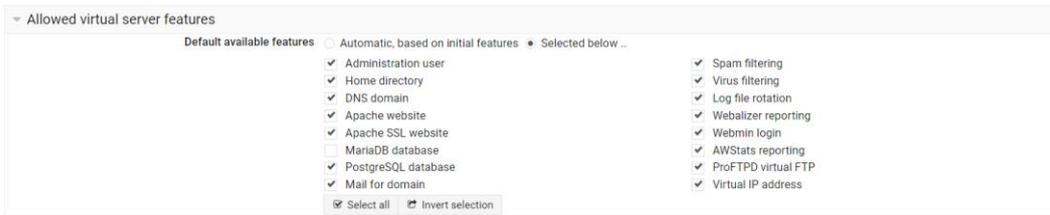
Nous créons le plan utilisateur « Professional Plan » qui donne accès à un espace de stockage de 5 Go. Nous limitons le nombre d'utilisateurs qui peuvent s'inscrire à cette offre ainsi que le nombre de serveurs virtuels et le nombre de bases de données.

Figure 92 : Création du plan utilisateur « Professional Plan »


The screenshot shows the 'Basic plan details' configuration for the 'Professional Plan'. It includes various quotas and limits, such as 'Quota for entire server' (2 GIB), 'Quota for server administrator user' (5 GIB), and limits on the number of users, aliases, databases, and virtual servers. It also includes options for bandwidth limits and database management permissions.

Source : Auteurs

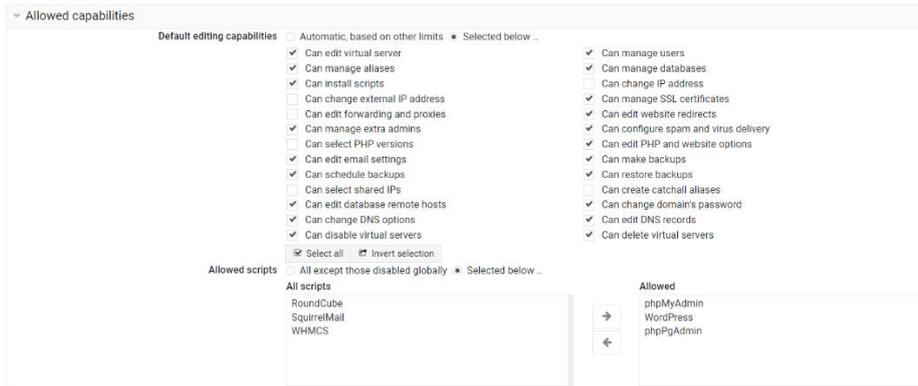
Dans la section « Allowed virtual server features », nous sélectionnons toutes les fonctions accessibles aux utilisateurs des comptes « Professional Plan ».

Figure 93 : Fonctions accessibles aux utilisateurs des comptes « Professional Plan »


The screenshot shows the 'Allowed virtual server features' configuration page. It displays a list of features that can be enabled for users, such as 'Administration user', 'Home directory', 'DNS domain', 'Apache website', 'Apache SSL website', 'MariaDB database', 'PostgreSQL database', 'Mail for domain', 'Spam filtering', 'Virus filtering', 'Log file rotation', 'Webalizer reporting', 'Webmin login', 'AWStats reporting', 'ProFTPd virtual FTP', and 'Virtual IP address'. All features are currently checked.

Source : Auteurs

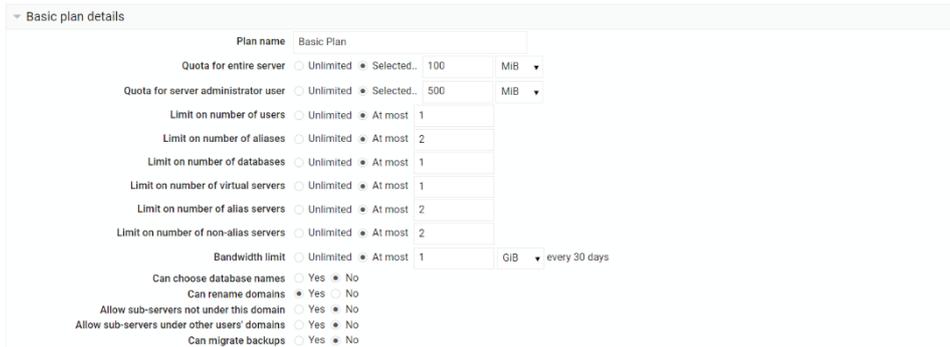
Dans la section « Allowed capabilities », nous sélectionnons toutes les actions que les utilisateurs des comptes « Professional Plan » peuvent faire sur notre service d'hosting.

Figure 94 : Actions réalisables par les utilisateurs des comptes « Professional Plan »


The screenshot shows the 'Allowed capabilities' configuration page. It displays a list of actions that can be enabled for users, such as 'Can edit virtual server', 'Can manage aliases', 'Can install scripts', 'Can change external IP address', 'Can edit forwarding and proxies', 'Can manage extra admins', 'Can select PHP versions', 'Can edit email settings', 'Can schedule backups', 'Can select shared IPs', 'Can edit database remote hosts', 'Can change DNS options', 'Can disable virtual servers', 'Can manage users', 'Can manage databases', 'Can change IP address', 'Can manage SSL certificates', 'Can edit website redirects', 'Can configure spam and virus delivery', 'Can edit PHP and website options', 'Can make backups', 'Can restore backups', 'Can create catchall aliases', 'Can change domain's password', 'Can edit DNS records', and 'Can delete virtual servers'. All capabilities are currently checked.

Source : Auteurs

Nous créons le plan utilisateur « Basic Plan » avec un espace de stockage maximale de 500 Mo. Nous proposons ce service pour une seule personne. Le nombre de serveurs virtuels et de base de données que l'utilisateur peut créer est très limité. Ce type de compte convient mieux à une personne qui souhaite héberger un site personnel de quelques pages.

Figure 95 : Création du plan utilisateur "Basic Plan"


Basic plan details

Plan name: Basic Plan

Quota for entire server: Unlimited Selected... 100 MIB

Quota for server administrator user: Unlimited Selected... 500 MIB

Limit on number of users: Unlimited At most 1

Limit on number of aliases: Unlimited At most 2

Limit on number of databases: Unlimited At most 1

Limit on number of virtual servers: Unlimited At most 1

Limit on number of alias servers: Unlimited At most 2

Limit on number of non-alias servers: Unlimited At most 2

Bandwidth limit: Unlimited At most 1 GiB every 30 days

Can choose database names: Yes No

Can rename domains: Yes No

Allow sub-servers not under this domain: Yes No

Allow sub-servers under other users' domains: Yes No

Can migrate backups: Yes No

Source : Auteurs

Dans la section « Allowed virtual server features », nous cliquons sur les différentes fonctions auxquelles l'utilisateur du compte « Basic Plan » peut accéder.

Figure 96 : Fonctions accessibles à l'utilisateur du compte « Basic Plan »


Allowed virtual server features

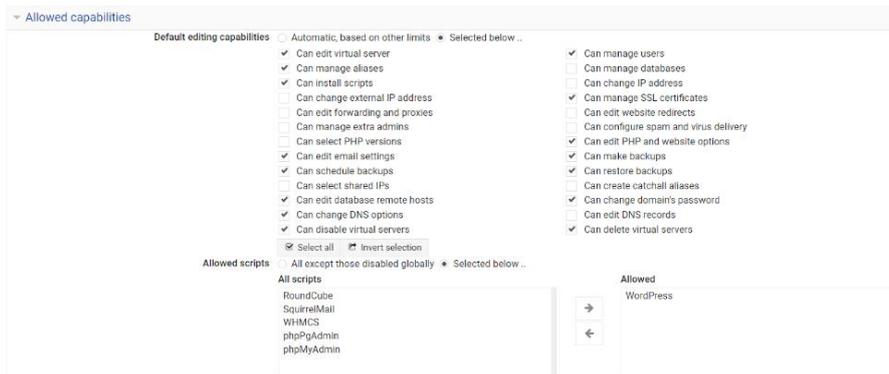
Default available features: Automatic, based on initial features Selected below ..

- Administration user
- Home directory
- DNS domain
- Apache website
- Apache SSL website
- MariaDB database
- PostgreSQL database
- Mail for domain
- Spam filtering
- Virus filtering
- Log file rotation
- Webalizer reporting
- Webmin login
- AWStats reporting
- ProFTPD virtual FTP
- Virtual IP address

Select all Invert selection

Source : Auteurs

Dans la section « Allowed capabilities », nous cochons les actions que l'utilisateur « Basic Plan » peut effectuer dans notre service d'hosting.

Figure 97 : Actions réalisables par l'utilisateur du compte « Basic Plan »


Allowed capabilities

Default editing capabilities: Automatic, based on other limits Selected below ..

- Can edit virtual server
- Can manage aliases
- Can install scripts
- Can change external IP address
- Can edit forwarding and proxies
- Can manage extra admins
- Can select PHP versions
- Can edit email settings
- Can schedule backups
- Can select shared IPs
- Can edit database remote hosts
- Can change DNS options
- Can disable virtual servers
- Can manage users
- Can manage databases
- Can change IP address
- Can manage SSL certificates
- Can edit website redirects
- Can configure spam and virus delivery
- Can edit PHP and website options
- Can make backups
- Can restore backups
- Can create catchall aliases
- Can change domain's password
- Can edit DNS records
- Can delete virtual servers

Select all Invert selection

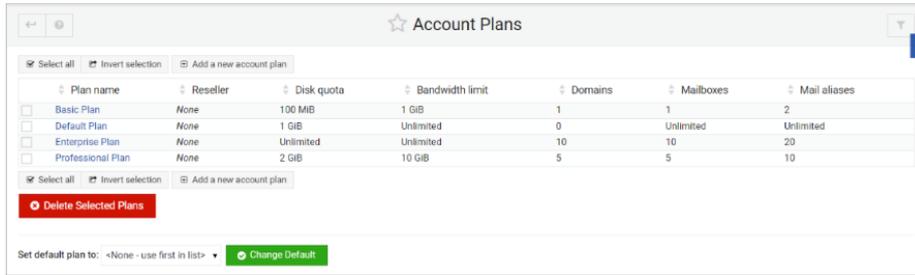
Allowed scripts: All except those disabled globally Selected below ..

All scripts: RoundCube, SquirrelMail, WHMCS, phpPgAdmin, phpMyAdmin

Allowed: WordPress

Source : Auteurs

Nous retournons dans le menu « Account Plans » du menu « System Settings » de Virtualmin pour afficher tous les types de comptes de notre service d'hosting que nous proposons.

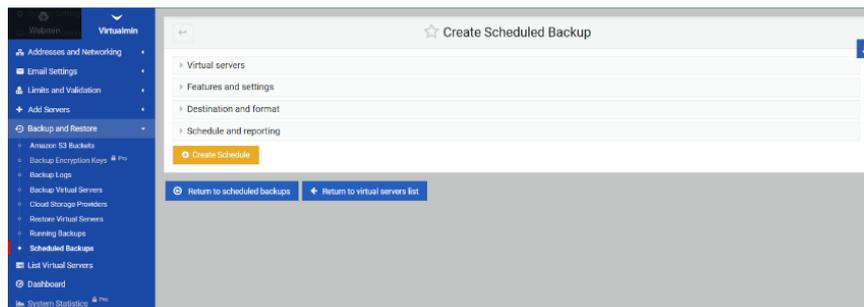
Figure 98 : Résumé des différents comptes utilisateurs de notre service d'hosting


Plan name	Reseller	Disk quota	Bandwidth limit	Domains	Mailboxes	Mail aliases
Basic Plan	None	100 MIB	1 GiB	1	1	2
Default Plan	None	1 GiB	Unlimited	0	Unlimited	Unlimited
Enterprise Plan	None	Unlimited	Unlimited	10	10	20
Professional Plan	None	2 GiB	10 GiB	5	5	10

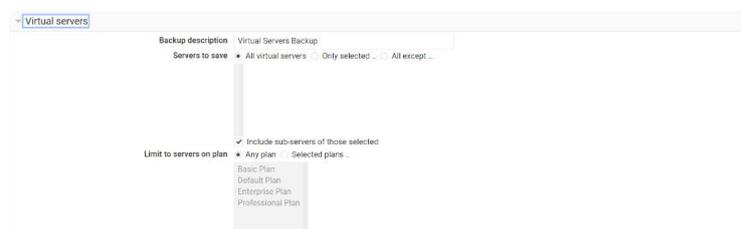
Source : Auteurs

9.6 Sauvegardes planifiées des serveurs virtuels

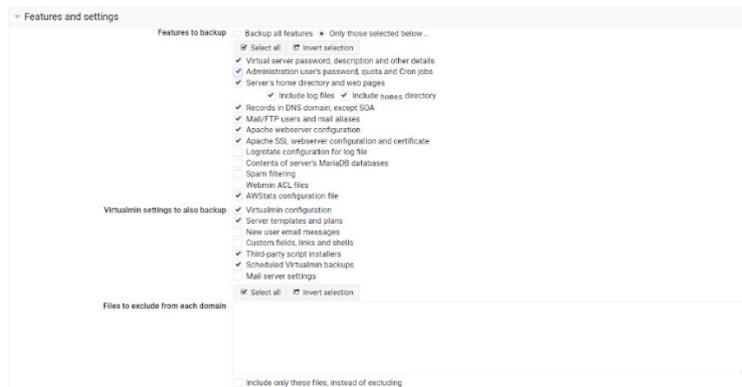
Nous déroulons le menu « Backup and Restore » pour afficher le menu de sauvegardes des serveurs. Nous cliquons sur le menu « Scheduled Backups ». Nous déroulons le menu « Virtual servers » afin de sélectionner les serveurs virtuels à sauvegarder.

Figure 99 : Création des sauvegardes planifiées des serveurs virtuels**Source** : Auteurs

Nous sélectionnons « All virtual servers » afin de sauvegarder tous les serveurs virtuels de notre service d'hosting. Nous contrôlons aussi que les sous-serveurs associés aux différents serveurs virtuels soient aussi pris en compte dans les sauvegardes.

Figure 100 : Choix des serveurs virtuels sauvegardés**Source** : Auteurs

Nous déroulons le menu « Features and settings » afin d'afficher tous les éléments à sauvegarder. Nous cochons tous les éléments que nous souhaitons sauvegarder. Nous excluons le contenu des bases de données MariaDB qui risque d'être trop volumineux.

Figure 101 : Options de sauvegarde des serveurs virtuels**Source** : Auteurs

Nous accédons à distance à notre Raspberry Pi, afin de créer un dossier dans lequel sont stockés toutes les sauvegardes des serveurs virtuels.

Figure 102 : Création d'un dossier pour stocker les sauvegardes des serveurs virtuels

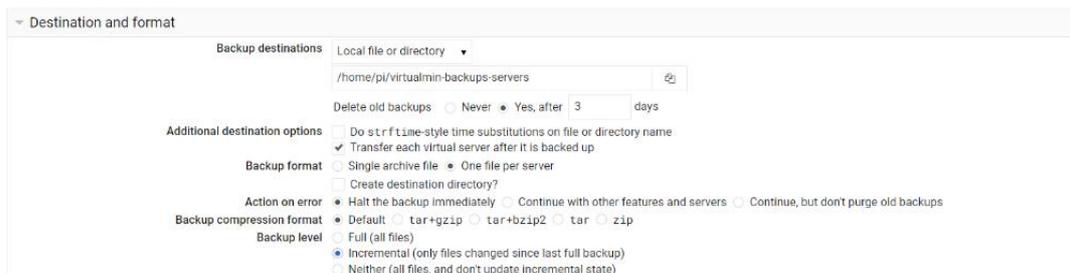
```

pi@raspberrypi:~$ mkdir virtualmin-backups-servers
pi@raspberrypi:~$ ls
virtualmin-backups-servers  virtualmin-install.sh
pi@raspberrypi:~$ |

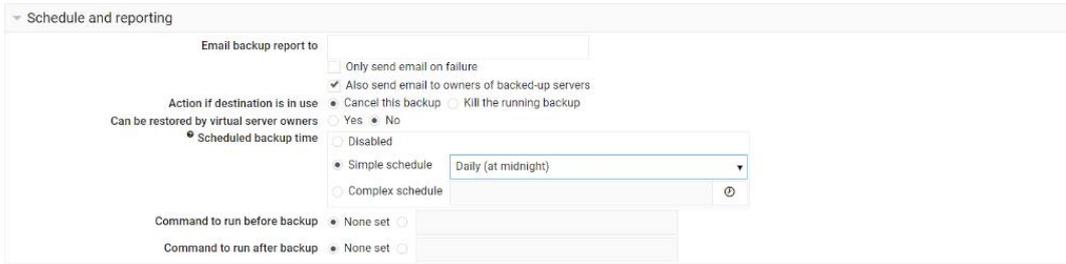
```

Source : Auteurs

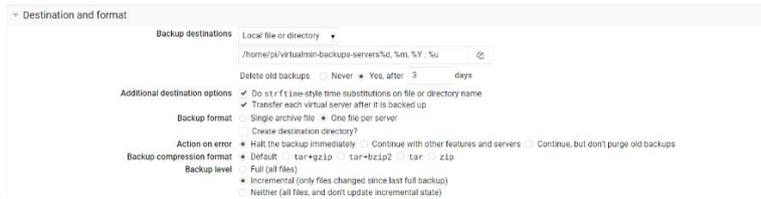
Dès que ce dossier est créé, nous ouvrons le menu « Destination and format » afin d'indiquer à Virtualmin l'emplacement des sauvegardes de nos serveurs virtuels.

Figure 103 : Choix de l'emplacement des sauvegardes**Source** : Auteurs

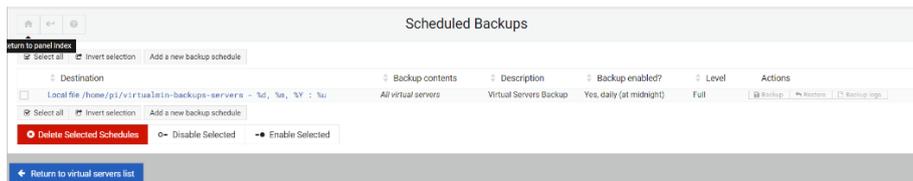
Nous déroulons le menu « Schedule and reporting » nous pouvons indiquer à quel moment s'effectue les sauvegardes automatiques de nos différents serveurs virtuels. Nous optons pour une sauvegarde quotidienne qui s'effectue tous les jours à minuit. Nous prévoyons d'effectuer toutes les opérations de sauvegarde durant la nuit afin de ne pas déranger les utilisateurs de notre service d'hosting.

Figure 104 : Choix des horaires de sauvegardes des serveurs virtuels

Source : Auteurs

Nous retournons dans le menu « Destination and format » afin de configurer la suppression automatique des anciennes sauvegardes après trois jours.

Figure 105 : Suppression des anciennes sauvegardes

Source : Auteurs

Nous retournons dans le menu principal « Scheduled Backups » afin de vérifier que la sauvegarde automatique des serveurs virtuels a bien été enregistrée par Virtualmin.

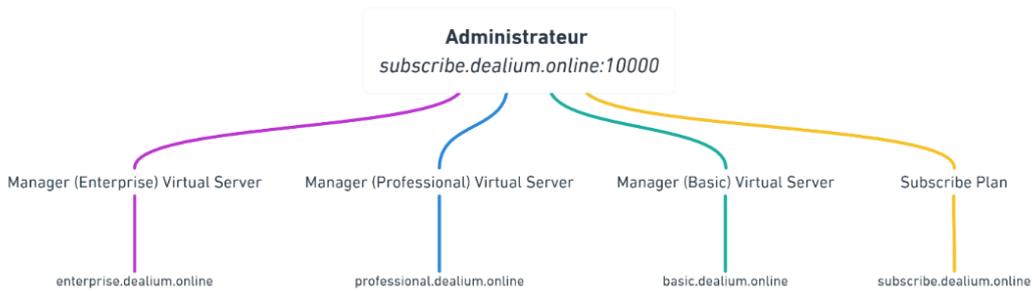
Figure 106 : Résumé de la sauvegarde planifiée de tous les serveurs virtuels


Destination	Backup contents	Description	Backup enabled?	Level	Actions
Local file /home/pi/virtuallin-backups-servers - %d, %e, %Y : %u	All virtual servers	Virtual Servers Backup	Yes, daily (at midnight)	Full	[Enable] [Home] [Backup logs]

Source : Auteurs

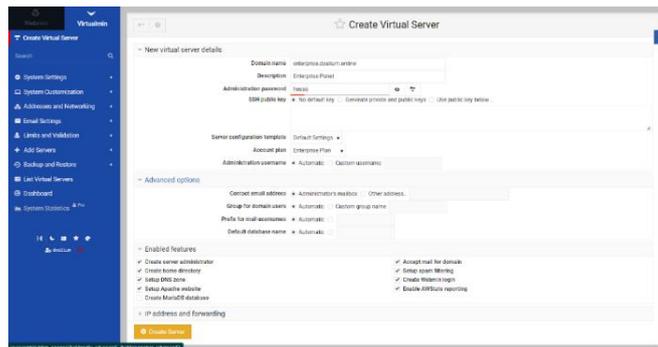
9.7 Créations des serveurs virtuels pour les trois types d'offres de notre service d'hosting

Notre service d'hosting propose 3 types de comptes utilisateurs. Nous créons 3 serveurs virtuels pour les 3 comptes différents de notre service d'hosting. L'administrateur dispose de tous les droits et de toutes les permissions. Il se charge de veiller au bon fonctionnement de notre service d'hosting. Chaque serveur virtuel correspond à un plan d'utilisateur qui est déjà défini. Nous n'avons plus qu'à attribuer un plan d'utilisateur à chaque serveur virtuel pour que les utilisateurs disposent d'un espace de stockage fixe ou illimité et qu'ils puissent accéder aux différents services que nous leur proposons. Le serveur virtuel « Subscribe » sert à gérer la page de souscription à nos services. Les 3 types de comptes ne peuvent pas accéder à ce serveur virtuel.

Figure 107 : Différents comptes de notre service d'hosting


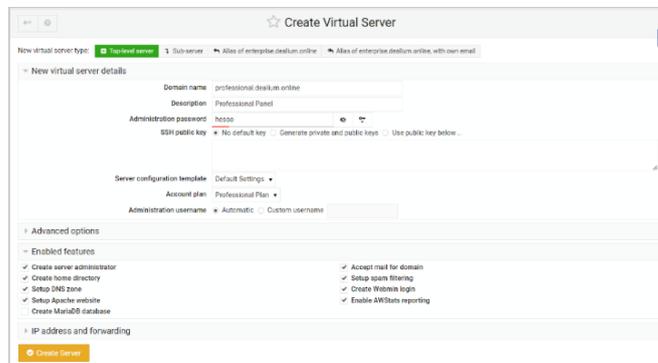
Source : Auteurs

Pour créer un nouveau serveur virtuel, nous ouvrons l'onglet Virtualmin et nous cliquons dans le menu de gauche sur « Create Virtual Server ». Nous écrivons le nom du domaine du serveur virtuel des comptes « Entreprise », le mot de passe d'administration et nous sélectionnons le plan d'utilisateur « Enterprise Plan » pour l'attribuer au serveur virtuel des utilisateurs « Entreprise ».

Figure 108 : Création du serveur virtuel pour les comptes « Entreprise »


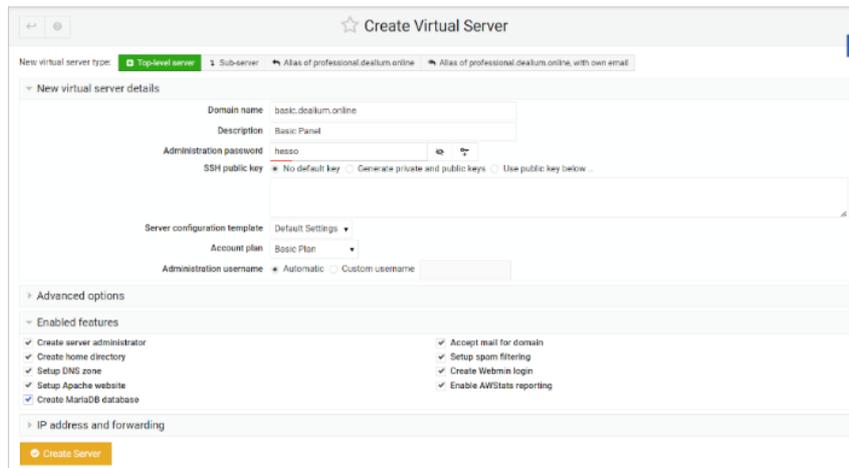
Source : Auteurs

Nous répétons cette opération pour les comptes « Professional », « Basic ».

Figure 109 : Création du serveur virtuel pour les comptes « Professional »


Source : Auteurs

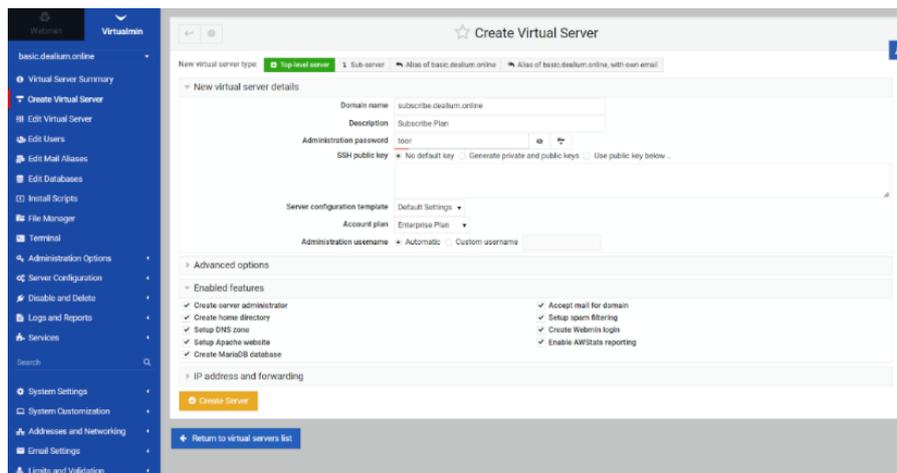
Figure 110 : Création du serveur virtuel pour les comptes « basic »



Source : Auteurs

Nous créons un serveur virtuel pour gérer la page de souscription de notre service d'hosting. Ce serveur va afficher la page web sur laquelle nos utilisateurs peuvent souscrire à nos services.

Figure 111 : Création du serveur virtuel pour gérer la page de souscription

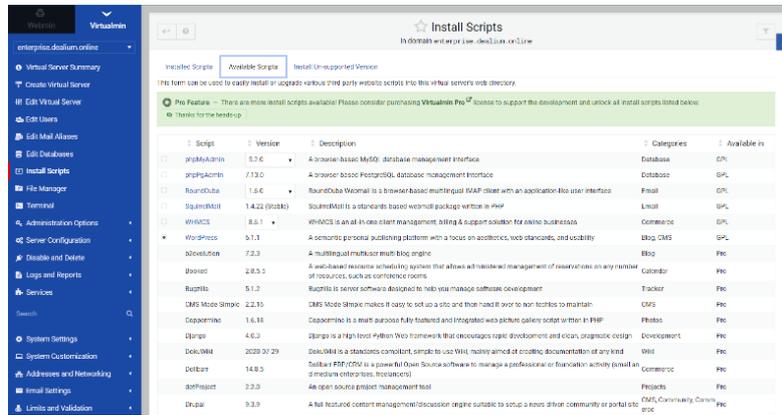


Source : Auteurs

9.8 Installation de WordPress pour le plan utilisateur « Entreprise »

Nous ouvrons le menu « Install Script » afin d'accéder à la liste des scripts disponibles. Nous sélectionnons le script « WordPress » dans la liste des scripts disponibles.

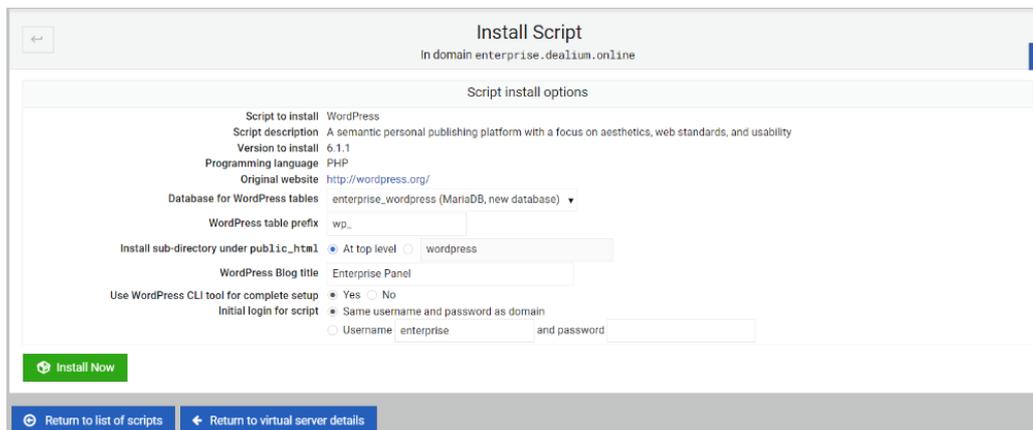
Figure 112 : Liste des scripts disponibles pour Virtualmin



Source : Auteurs

Nous arrivons sur la page « Script install options » dans laquelle nous personnalisons les options d'installation de WordPress. Dès que tout est bon, nous cliquons sur le bouton « Install Now ».

Figure 113 : Installation du script d'installation de WordPress



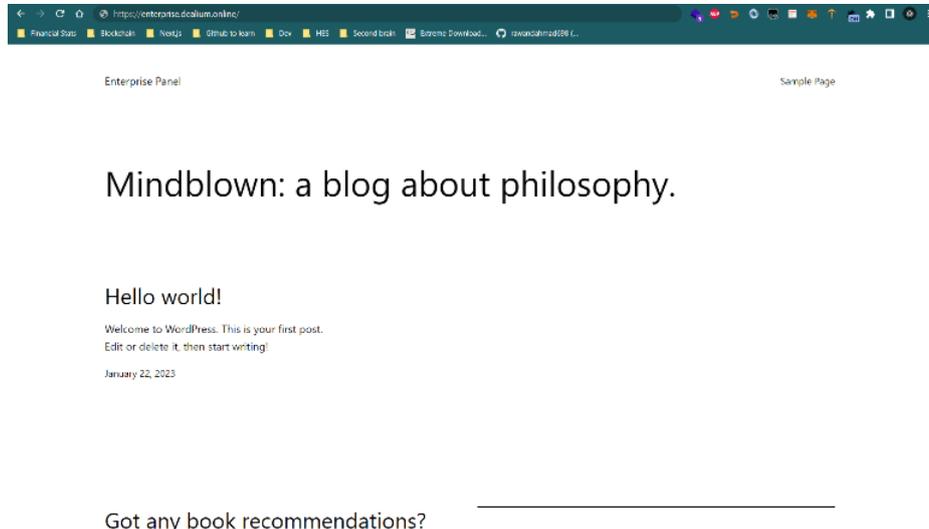
Source : Auteurs

Dès que WordPress est installé, nous testons l'affichage de la page par défaut de WordPress avec le plan utilisateur « Entreprise ». Nous ouvrons notre navigateur et nous tapons l'adresse suivante :

<https://entreprise.dealium.online/>

Si l'installation de WordPress s'est bien passée, nous avons la page par défaut de WordPress qui s'affiche dans notre navigateur.

Figure 114 : Affichage de la page par défaut de WordPress pour le plan utilisateur "Entreprise"



Source : Auteurs

Pour accéder à WordPress, l'utilisateur « Entreprise » écrit son login et mot de passe dans la page de connexion et arrive directement dans le panneau de contrôle de WordPress. L'adresse internet pour accéder à la page de connexion est communiquée lors de l'inscription à nos services.

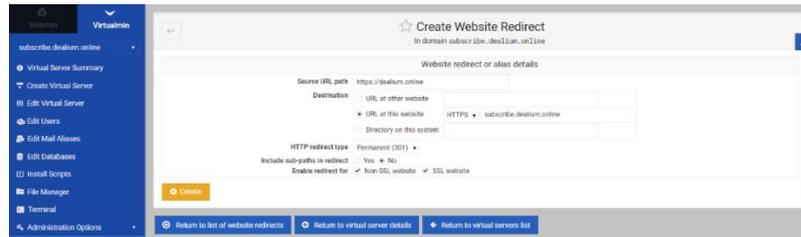
Figure 115 : Accès à WordPress avec l'utilisateur "Entreprise"



Source : Auteurs

Nous ouvrons le menu « Administration Options » pour créer une redirection de la page « dealium.online » vers la page de souscription. Nous activons les certificats SSL et nous cliquons sur « Create ».

Figure 116 : Création d'un redirection pour la page de souscription à notre service d'hosting



Source : Auteurs

10. Création et configuration de la page de souscription à notre service d'hosting avec script d'automatisation

Toutes les personnes qui souhaitent s'abonner à notre service d'hosting passent par une page d'inscription sur laquelle elles choisissent le type d'abonnement et le nom de domaine. Notre service d'hosting nécessite un mot de passe spécifique pour empêcher d'autres personnes que les professeurs-coachs de la Digital Team Academy d'accéder à notre service d'hosting.

Pour automatiser la création de nouveaux comptes sur notre service d'hosting, nous créons une page personnalisée en PHP qui récupère les informations saisies par les personnes qui souhaitent s'inscrire à notre service d'hosting. Une autre page en PHP va récupérer ces informations et exécute un code en PHP en tant qu'utilisateur « subscribe » afin de créer automatiquement un nouveau serveur virtuel via la commande « virtualmin create-domain ».

Pour que le script puisse être exécuté par l'utilisateur « subscribe » de notre Raspberry Pi sans devoir entrer un mot de passe, nous devons l'ajouter à la liste des « sudoers ».

Nous ouvrons le terminal de Windows de notre ordinateur et nous ouvrons une connexion SSH vers notre Raspberry Pi. Nous tapons la commande « sudo visudo » afin d'ajouter des privilèges à l'utilisateur « subscribe ». Après la ligne « root ALL=(ALL :ALL) ALL », nous ajoutons la ligne suivante :

« subscribe ALL=(ALL) NOPASSWD :ALL »

Nous autorisons l'utilisateur « subscribe » à ne pas entrer de mot de passe pour l'exécution d'une commande sur notre Raspberry Pi.

Figure 117 : Configuration des privilèges de l'utilisateur "subscribe" de notre Raspberry Pi

```

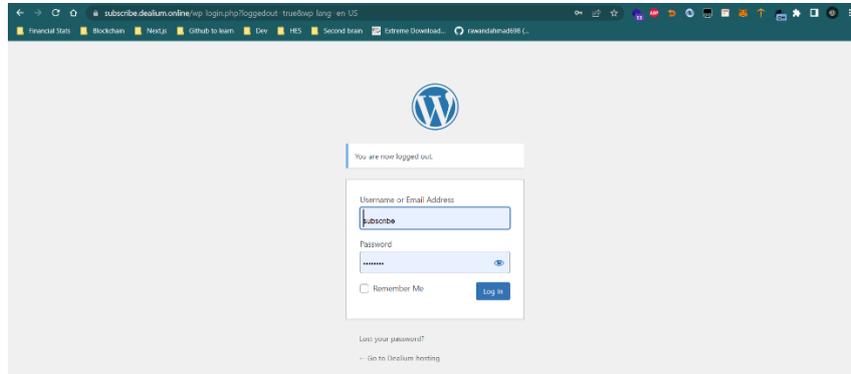
pi@raspberrypi:~$ sudo visudo |
# Cmnd alias specification

# User privilege specification
root    ALL=(ALL:ALL) ALL
subscribe ALL=(ALL) NOPASSWD:ALL
# Members of the admin group may gain root privileges
%admin  ALL=(ALL) ALL
  
```

Source : Auteurs

Nous ouvrons le page de connexion WordPress de l'utilisateur « subscribe » avec son login et son mot de passe pour éditer la page web de souscription de notre service d'hosting.

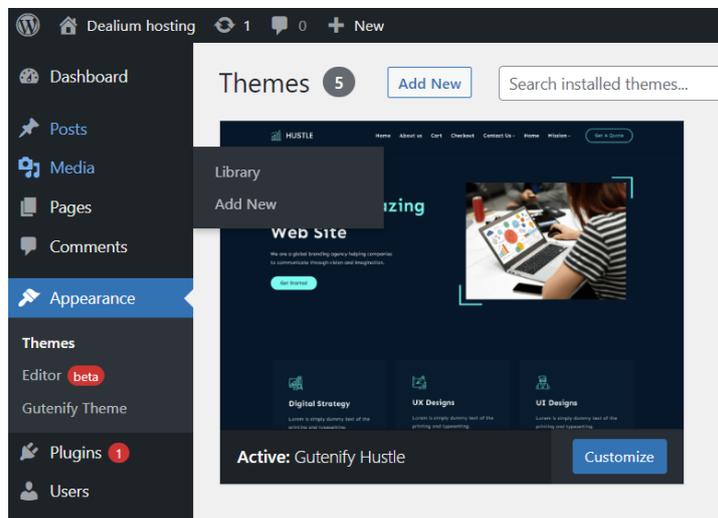
Figure 118 : Page de connexion WordPress de l'utilisateur "Subscribe"



Source : Auteurs

Dans le menu de WordPress, nous cliquons sur le menu « Appearance » afin de changer le thème de notre page de souscription. Nous prenons un thème déjà existant et nous l'adaptions à notre service d'hosting.

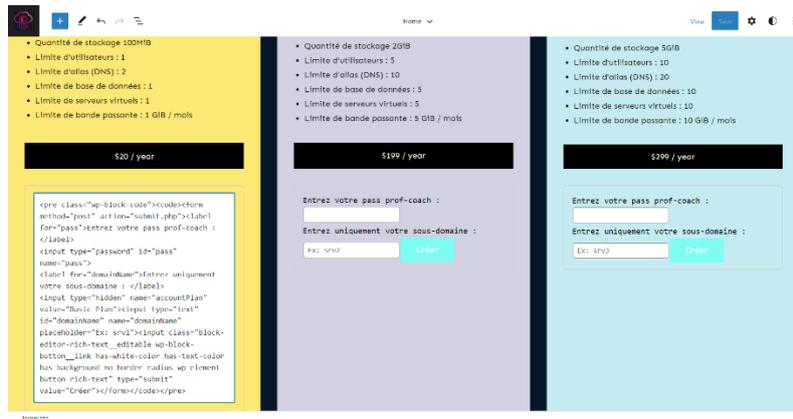
Figure 119 : Modification de l'apparence de la page de souscription



Source : Auteurs

On modifie l'apparence des différents éléments de la page de souscription et nous ajoutons toutes les informations utiles pour nos futurs utilisateurs.

Figure 120 : Préparation de la page de souscription de note service d'hosting

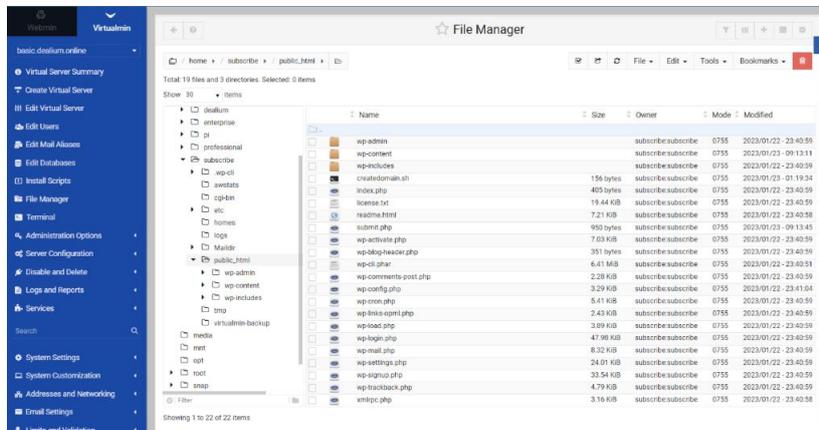


Source : Auteurs

Dès que toutes les modifications sur la page web sont effectuées, nous retournons dans Virtualmin. Nous ouvrons le menu « File Manager » afin d'accéder à l'espace de stockage de l'utilisateur « subscribe ».

Dans l'espace de stockage de l'utilisateur « subscribe », nous créons un nouveau fichier php que nous nommons « submit.php ».

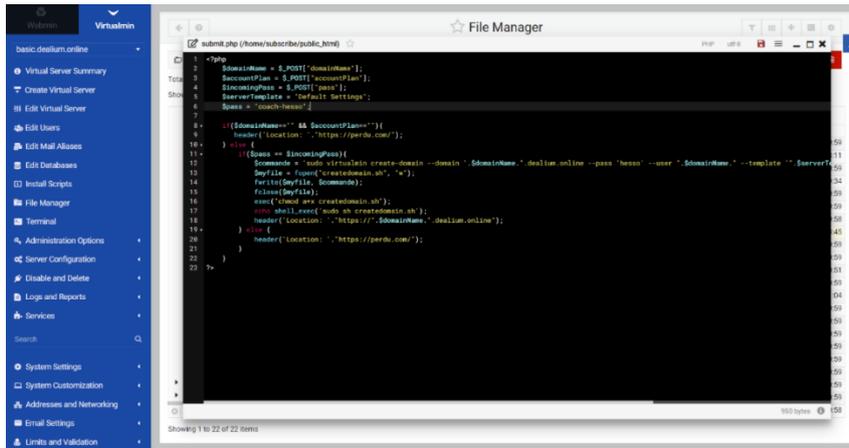
Figure 121 : Accès à File Manager pour accéder au dossier WordPress



Source : Auteurs

Nous éditons notre script php afin que le serveur virtuel soit créé automatiquement avec le nom que donne l'utilisateur lors la souscription. Ce script s'exécute automatiquement lorsque l'utilisateur clique sur le bouton « Souscrire au plan d'hosting ». Après 2 minutes, le nouvel utilisateur peut se connecter à WordPress ou à son serveur via les indications qui sont fournies dans la page

Figure 122 : Script php pour générer automatiquement de nouveaux serveurs virtuels



```

1 <?php
2 $domainName = $_POST['domainName'];
3 $accountPlan = $_POST['accountPlan'];
4 $domainPass = $_POST['pass'];
5 $serverTemplate = "default-settings";
6 $pass = "ouch-hesou";
7
8 <!-- ($domainName == "" && $accountPlan == "") -->
9 header( "Location: " . "https://perdu.com/" );
10
11 } else {
12
13     if ($pass == $domainPass) {
14         $command = "sudo virtualmin create-domain --domain '$domainName' --domain online --pass '$pass' --user '$domainName' --template '$serverTemplate'";
15         $myFile = fopen("createdomain.sh", "w");
16         fwrite($myFile, $command);
17         fclose($myFile);
18         exec("chmod a+x createdomain.sh");
19         echo shell_exec("sudo sh createdomain.sh");
20     } else {
21         header( "Location: " . "https://perdu.com/" );
22     }
23 }
24
25 ?>
  
```

Source : Auteurs

Nous détaillons toute la procédure de souscription de notre service d'hébergement en annexe de ce document.

Conclusion

Nous pouvons très simplement mettre en place un service d'hébergement sur notre Raspberry Pi pour héberger un ou plusieurs sites internet chez soi. Au lieu de recourir à un service d'hébergement comme Infomaniak, nous avons la possibilité de transformer notre Raspberry Pi en serveur Linux avec l'aide de Virtualmin. La puissance du processeur Cortex A72 quadcore et la quantité de mémoire RAM de notre Raspberry Pi ne sont pas suffisantes pour rivaliser avec la configuration d'un serveur d'entrée de gamme. Un serveur basique comme le Dell Power Edge 250 est plus efficace pour héberger des sites internet recevant un grand nombre de visites. Notre Raspberry Pi n'a pas assez de mémoire RAM pour gérer efficacement un service d'hébergement avec un nombre important d'utilisateurs. Un serveur d'entrée de gamme dispose de 16 Go de RAM alors que notre Raspberry Pi 4B n'a que 4 Go de mémoire RAM. Le Raspberry Pi modèle 4B a un processeur à 4 cœurs cadencé à 1,5 GHz tandis que le serveur Dell Power Edge 250 a un processeur à 8 cœurs cadencé à 2,8 GHz. L'écart de puissance existant entre les deux machines reste très important. Le Raspberry Pi n'a pas été conçu pour effectuer toutes les tâches que remplissent un serveur standard. Il est très utile pour apprendre à programmer, découvrir Linux, créer des projets électroniques, gérer des divers capteurs ou encore remplacer un ordinateur de bureau standard. Nous pouvons transformer notre Raspberry Pi en serveur Linux.

La mise en place d'un service d'hébergement sur notre Raspberry Pi nécessite de prendre un autre système d'exploitation que Pi OS. Lorsque l'on a choisi notre panneau de contrôle pour notre service d'hébergement en ligne, nous devons lire la documentation afin de bien identifier les systèmes d'exploitation supportés. Il nous reste plus qu'à installer notre nouvelle distribution de Linux sur un disque dur externe ou une carte microSD. Pour mettre en place Virtualmin sur notre Raspberry Pi, nous exécutons les lignes de commande publiées sur le site officiel de l'éditeur. Dès que l'installation est finie, nous ouvrons notre navigateur et nous écrivons l'adresse du portail de Virtualmin. Les plans utilisateur permettent de créer diverses catégories d'utilisateurs sur notre service d'hébergement qui peuvent accéder à des fonctions différentes. Nous pouvons limiter l'espace de stockage en ligne de chaque catégorie d'utilisateur. Pour que les utilisateurs de notre service

d'hosting puissent créer des sites internet, nous leur mettons à disposition WordPress. Dès l'installation de Virtualmin, nous pouvons définir un nom de domaine qui nous servira à créer des sous-domaines pour nos utilisateurs. Nous devons acheter un nom de domaine pour publier notre site internet et le rendre accessible avec une adresse donnée. Nous mettons à disposition de nos utilisateurs un serveur virtuel sur lequel ils peuvent éditer et stocker leurs sites internet.

Les sociétés qui proposent des services d'hébergement en ligne sont déjà bien implantées sur le marché suisse ou mondial. Elles ont déjà une clientèle bien établie et disposent d'un parc de serveurs suffisamment grand pour proposer un espace de stockage en ligne plus important que celui de notre Raspberry Pi. Les particuliers et les entreprises privilégient les services d'hosting bien implantés car ils disposent de data centers ayant une grande puissance de calcul et des systèmes de sécurité très puissants. Au lieu d'installer un serveur chez eux, ils préfèrent confier l'hébergeur de leurs sites web à un service comme Infomaniak afin d'éviter d'acquérir un serveur et d'assurer sa maintenance. La consommation d'énergie d'un serveur est très grande et donc nous avons intérêt à confier l'hébergement de notre site internet à Infomaniak pour obtenir un service similaire mais sur des serveurs virtuels partagés. En terme de sécurité, notre service d'hosting aura du mal à faire face à des attaques de type DDoS. Nous avons qu'un seul serveur sur notre service d'hosting et donc en cas d'attaques de type DDoS tous les sites internet hébergés sur notre Raspberry Pi sont indisponibles puisque nous ne pouvons pas rediriger les requêtes suspectes vers un serveur isolé et employer les autres serveurs pour prendre le relais.

Notre Raspberry Pi est très intéressant pour créer un service d'hosting limité à quelques utilisateurs qui souhaitent éditer et publier un site internet simple avec un nombre de visites restreint. Dès que notre site internet évolue, le service d'hosting de notre Raspberry Pi risque de ne pas pouvoir supporter le trafic supplémentaire. En mettant en place un cluster de Raspberry Pi, nous répartissons la charge de travail entre plusieurs machines mais cela ne remplace pas un serveur classique. Les prix de l'électricité sont actuellement trop élevés pour mettre en place un serveur standard à la maison ou dans une petite entreprise. Les hébergeurs web disposent d'offres très compétitives et meilleur marché que notre service d'hosting. Les coûts d'exploitation de notre service d'hosting ne peuvent pas être répartis entre les clients de notre service. Nous devons attirer un nombre très grand de personnes et disposer de serveurs plus puissants pour créer un service d'hébergement performant et compétitif. Notre service d'hosting est très efficace pour un nombre de personnes limité. Nous avons la possibilité de personnaliser les fonctions de notre serveur alors que sur un service d'hébergement classique la plupart des options sont bloquées par les administrateurs. Nous devons disposer de notre propre source d'énergie pour alimenter notre Raspberry Pi 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. En ayant notre propre serveur web, nous pouvons créer des sites web dynamiques personnalisés avec les technologies de notre choix. Il existe des outils Open-Source pour gérer notre service d'hosting sur Raspberry Pi. Au travers de ce rapport, nous voyons que le Raspberry Pi constitue une alternative meilleur marché à un serveur standard pour héberger 2 ou 3 sites internet mais dès que l'on veut créer des sites plus complexes qui reçoivent un trafic plus important, il est préférable de se tourner vers un hébergeur web comme Infomaniak. Un serveur Linux sur Raspberry Pi 4B est intéressant pour tester des technologies web sur un environnement test au lieu de le faire sur un serveur virtuel payant fourni par un service d'hosting. Notre Raspberry Pi ne remplace pas un serveur physique d'entrée de gamme mais constitue une alternative meilleur marché pour héberger un nombre limité de sites web ou tester certaines technologies web.

Sources

- Benbrahim, R. (2021, Juillet 4). *Installer Docker sur Windows*. Récupéré sur welovedevs.com: <https://welovedevs.com/fr/articles/install-docker-windows/>
- Christian. (s.d.). *Le câble USB double ou en Y : pourquoi faire ?* Récupéré sur cable-cordon.com: <https://cable-cordon.com/cable-usb-double-ou-en-cable-y/>
- codeur blog. (2022). *6 alternatives à cPanel*. Récupéré sur codeur.com: <https://www.codeur.com/blog/alternatives-cpanel/>
- Commission fédérale de l'électricité. (2022, Septembre 6). *Forte augmentation des prix de l'électricité 2023*. Récupéré sur admin.ch: <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-90237.html>
- curvature. (2015, Juin 19). *Comment choisir un serveur - 10 points à prendre en compte*. Récupéré sur curvature.com: <https://www.curvature.com/fr/resources/blog/10-things-you-need-to-know-when-choosing-a-server/>
- Dell . (2021). *Dell EMC PowerEdge R250 - Guide technique*. Récupéré sur i.dell.com: https://i.dell.com/sites/csdocuments/Product_Docs/fr/dell-emc-powerededge-r250-technical-guide-fr.pdf
- Dell. (2022). *Serveurs de nouvelle génération*. Récupéré sur dell.com: <https://www.dell.com/fr-fr/lp/new-generation-servers>
- Dell. (2023). *Serveur au format rack PowerEdge 250*. Récupéré sur dell.com: https://www.dell.com/fr-fr/shop/povw/poweredge-r250?ref=cptn_compre-overview-fr-tiles-1_cta_primary_poweredger250
- Digital Guide - IONOS. (2022, Septembre 9). *IP dédiées : les mythes passés au crible*. Récupéré sur ionos.fr: <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/ip-dediee/>
- Digitec.ch. (2023). *Intenso MicroSDHC Card 32 GB inkl. SD-Adapter*. Récupéré sur digitec.ch: <https://www.digitec.ch/fr/s1/product/intenso-microsdhc-card-32-gb-inkl-sd-adapter-class-10-microsd-32-go-carte-memoire-8396356>
- Domantas, G. (2023, Janvier 18). *What Is Web Hosting – Web Hosting Explained for Beginners*. Récupéré sur hostinger.in: <https://www.hostinger.in/tutorials/what-is-web-hosting/>
- Fortinet. (s.d.). *Zones DMZ*. Récupéré sur fortinet.com: <https://www.fortinet.com/fr/resources/cyberglossary/what-is-dmz>
- Fromaget, P. (s.d.). *Comment Faire un Cluster de Raspberry Pi ? (Guide Complet)*. Récupéré sur raspberrytips.fr: <https://raspberrytips.fr/installation-cluster-raspberry-pi/>
- Gestion projet. (s.d.). *Quel est le principe d'un cluster informatique ?* Récupéré sur gestionprojet.org: <https://www.gestionprojet.org/quel-est-le-principe-d-un-cluster-informatique/>
- Giger, P., Srikugan, S., & Persaud, B. L. (2020, Juillet 20). *A Raspberry Pi Cluster for Teaching Big-Data Analytics - IFI UZH*. Récupéré sur ifi.uzh.ch: <https://www.google.ch/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CAQQw7AJahcKEwiwzvSVo9n8AhUAAAAHQAAAAQAg&url=https%3A%2F%2Fwww.ifi.uzh.ch%2Fdam%2Fjcr%3A9c6065e2-10aa-442b-915c-57246020c23c%2FReportMScProjektGigerSrikuganPersaud.pdf&psi>
- GoDaddy. (s.d.). *Hébergement web*. Récupéré sur godaddy.com: <https://www.godaddy.com/fr-ch/hosting/hebergement-web>
- Halfacree, G. (2019, Juin 24). *Benchmarking the Raspberry Pi 4*. Récupéré sur medium.com/@ghalfacree: <https://medium.com/@ghalfacree/benchmarking-the-raspberry-pi-4-73e5afbcd54b>

- Halfacree, G. (2020). *Guide Officiel du débutant Raspberry Pi*. Récupéré sur framboise314.fr: https://www.framboise314.fr/docs/BeginnersGuide-4thEd-FR_v5.pdf
- HostGator. (s.d.). *Hosting*. Récupéré sur hostgator.com: <https://www.hostgator.com/web-hosting>
- HostGator. (s.d.). *The ultimate power hosting*. Récupéré sur hostgator.com: <https://www.hostgator.com/dedicated-server>
- Hostpoint. (s.d.). *Hébergement Web*. Récupéré sur hostpoint.ch: <https://www.hostpoint.ch/fr/hebergement-web/hebergement-web.html>
- Infomaniak. (2021). *Ecologie*. Récupéré sur infomaniak.com: <https://www.infomaniak.com/fr/ecologie>
- infomaniak.com. (2023). *Tarifs et caractéristiques*. Récupéré sur infomaniak.com: <https://www.infomaniak.com/fr/hebergement/tarifs-et-caracteristiques>
- IONOS. (s.d.). *Powerful web hosting on dedicated hardware*. Récupéré sur ionos.com: <https://www.ionos.com/hosting/dedicated-hosting>
- IONOS. (s.d.). *Web Hosting*. Récupéré sur ionos.com: <https://www.ionos.com/hosting/web-hosting>
- Kingston Technologies. (s.d.). *Choisir le stockage pour les Raspberry Pi*. Récupéré sur <https://www.kingston.com/fr/blog/personal-storage/choosing-storage-for-raspberry-pi>: <https://www.kingston.com/fr/blog/personal-storage/choosing-storage-for-raspberry-pi>
- Kinsta. (2022, Novembre 21). *Les 11 meilleures alternatives à cPanel pour vous aider à gérer vos sites web*. Récupéré sur kinsta.com: <https://kinsta.com/fr/blog/alternatives-cpanel/>
- Kinsta. (2022, Décembre 15). *Qu'est-ce que Node.js et pourquoi l'utiliser ?* Récupéré sur kinsta.com: <https://kinsta.com/fr/base-de-connaissances/qu-est-ce-que-node-js/>
- Kreativmedia. (s.d.). *Hébergement Web & E-mail*. Récupéré sur kreativmedia.ch: <https://www.kreativmedia.ch/fr/hebergement-web/hebergement>
- Krimi, R. (2023, Janvier 20). *Qu'est-ce que l'Hébergement Web ? Le Guide du Débutant*. Récupéré sur hostinger.fr: <https://www.hostinger.fr/tutoriels/qu-est-ce-qu-un-hebergeur-web>
- Ldlc. (2023, Janvier). *Goobay Câble RJ45 Cat 8.1 S/FTP 1 m (Noir)*. Récupéré sur ldlc.com: <https://www.ldlc.com/fr-ch/fiche/PB00258884.html>
- Ldlc. (2023, Janvier). *Netgear GS108E - Switch Gigabit ProSafe Plus 8 ports*. Récupéré sur ldlc.com: <https://www.ldlc.com/fr-ch/fiche/PB00108651.html>
- LPD et RGPD en 2022. (2021, Décembre 14). Récupéré sur beonperf.ch: <https://beonperf.ch/fr-CH/blog-de-beonperf/lpd-rgpd>
- Mawunyon. (2022, Août 16). *Quels sont les critères de choix d'un bon hébergement web ?* Récupéré sur warketingdigital.net: <https://www.warketingdigital.net/criteres-de-choix-dun-bon-hebergement-web/>
- Microsoft. (2022, Décembre 21). *Considérations relatives aux performances du matériel du serveur*. Récupéré sur learn.microsoft.com: <https://learn.microsoft.com/fr-fr/windows-server/administration/performance-tuning/hardware/>
- Office fédéral de la justice. (2021, Septembre 17). *Avis de droit de l'Office fédéral de la justice du 17 septembre 2021*. Récupéré sur bj.admin.ch: <https://www.bj.admin.ch/bj/fr/home/publiservice/publikationen/berichte-gutachten/2021-09-17.html>
- Online Calculator. (s.d.). *Watts to kWh*. Récupéré sur online-calculator.org: <https://online-calculator.org/electric/watts-to-kwh.php>
- Pi, F. R. (s.d.). *How to build a Raspberry Pi cluster*. Récupéré sur raspberrypi.com: <https://www.raspberrypi.com/tutorials/cluster-raspberry-pi-tutorial/>

- Pi, F. R. (s.d.). *How to build a Raspberry Pi cluster*. Récupéré sur raspberrypi.com: <https://www.raspberrypi.com/tutorials/cluster-raspberry-pi-tutorial/>
- PiHut. (s.d.). *Which Raspberry Pi 4 RAM option do I have?* . Récupéré sur support.thepihut.com: <https://support.thepihut.com/hc/en-us/articles/360006049318-Which-Raspberry-Pi-4-RAM-option-do-I-have->
- Pi-Shop.ch. (2023, Janvier). *Original Raspberry Pi 5V/2.5A Micro USB Steckernetzteil*. Récupéré sur pi-shop.ch: <https://www.pi-shop.ch/raspberry-pi-12-5w-micro-usb-power-supply-2254>
- Pi-Shop.ch. (2023, Janvier). *Panasonic 32GB MicroSD-Karte (Class A1)*. Récupéré sur pi-shop.ch: <https://www.pi-shop.ch/32gb-class-a1-usd-card>
- Pi-Shop.ch. (2023, Janvier). *Raspberry Pi 4 Model B - 4GB*. Récupéré sur pi-shop.ch: <https://www.pi-shop.ch/raspberry-pi-4-model-b-4gb>
- Rabetokotany, T. (2022, Novembre 30). *Comment alimenter un Raspberry PI ?* Récupéré sur raspberrypi-france.fr: <https://www.raspberrypi-france.fr/comment-alimenter-un-raspberry-pi/>
- Rapin, J. (2022, Novembre 15). *Projet intermédiaire - Description du hardware et des différents possibilités de projets*.
- Raspberry Pi France. (2022, Novembre 3). *Raspberry pi 4, 2go ou 4 go de RAM ?* Récupéré sur raspberrypi-france.fr: <https://www.raspberrypi-france.fr/raspberry-pi-4-2go-ou-4-go-de-ram/>
- Raspberry Pi Ressources. (s.d.). *Category : Pi Hardware*. Récupéré sur raspberrypi-projects.com: <https://raspberrypi-projects.com/pi/category/pi-hardware>
- redacteur.com. (2022, Août 4). *Outils Google SEO : le guide complet*. Récupéré sur redacteur.com: <https://www.redacteur.com/blog/outils-google-seo/>
- Tuto Game Server. (2019, Mai 2). *Raspberry Pi Webmin: une interface Web pour l'administration système – Serveur d'impression* . Récupéré sur tutos-gameserver.fr: <https://tutos-gameserver.fr/2019/05/02/raspberry-pi-webmin-une-interface-web-pour-ladministration-systeme-serveur-dimpression/>
- Virtualmin. (s.d.). *Account Basics in Virtualmin*. Récupéré sur virtualmin.com: <https://www.virtualmin.com/documentation/tutorial/account-basics/>
- Virtualmin. (s.d.). *Automated Virtualmin Installation*. Récupéré sur virtualmin.com: <https://www.virtualmin.com/documentation/installation/automated/>
- Virtualmin. (s.d.). *Documentation*. Récupéré sur virtualmin.com: <https://www.virtualmin.com/documentation/>
- Virtualmin. (s.d.). *Downloading and Installing Virtualmin*. Récupéré sur virtualmin.com: <https://www.virtualmin.com/download/>
- Virtualmin. (s.d.). *OS Support*. Récupéré sur virtualmin.com: <https://www.virtualmin.com/documentation/os-support/>

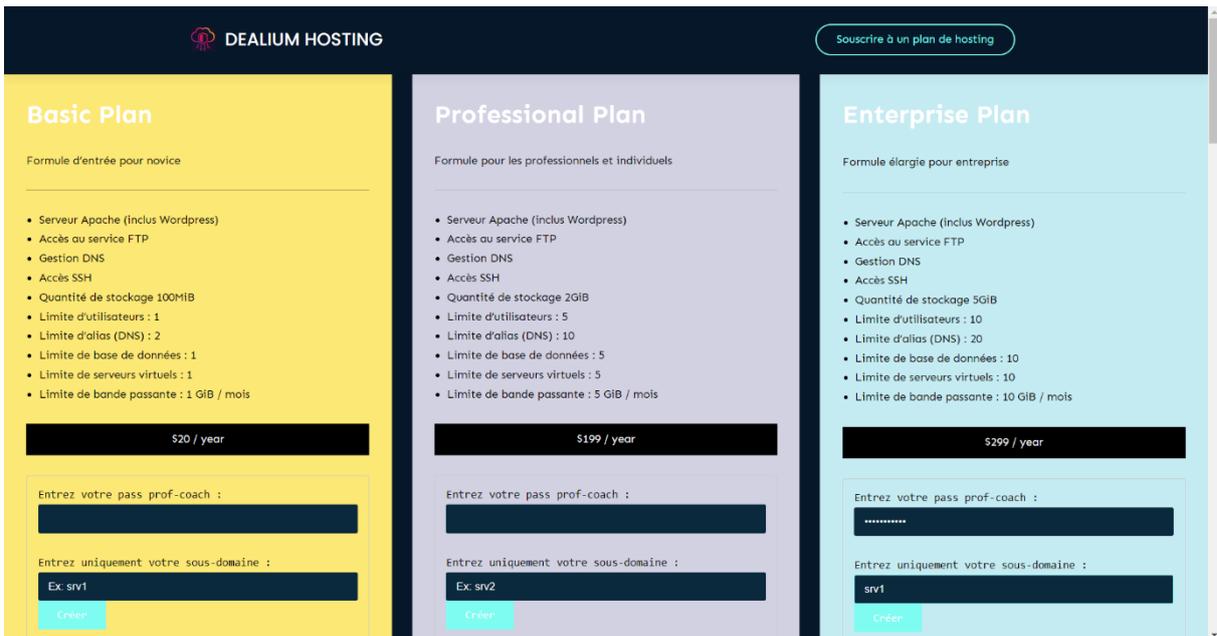
Annexe – Procédure de souscription à notre service d’hosting

Bienvenue à la procédure de souscription de notre service d’hosting. Ce document présente deux procédures pour créer un serveur virtuel ainsi que les informations à connaître pour accéder à nos différents services.

Présentation des deux méthodes pour créer un serveur virtuel :

Création d’un serveur virtuel via le formulaire de souscription en ligne

Tout d’abord, nous devons accéder au site officiel de notre service de hosting en nous rendant sur le lien suivant : <https://subscribe.dealium.online/>. Nous obtenons une vue des différents plans de souscription et leurs limitations. Nous devons choisir une offre et entrer le **mot de passe de prof-coach** suivant : **coach-hesso**. Ensuite nous entrons le nom de sous domaine que nous souhaitons, par exemple **srv1**, ce qui nous donne <https://srv1.dealium.online>.



The screenshot displays the Dealium Hosting website's subscription page. At the top, the logo 'DEALIUM HOSTING' is visible on the left, and a button 'Souscrire à un plan de hosting' is on the right. The page is divided into three columns, each representing a different hosting plan:

- Basic Plan:** Yellow background. 'Formule d'entrée pour novice'. Price: \$20 / year. Features include: Apache server (with WordPress), FTP access, DNS management, SSH access, 100MiB storage, 1 user limit, 2 DNS aliases, 1 database limit, 1 virtual server limit, and 1 Gb/month bandwidth.
- Professional Plan:** Light purple background. 'Formule pour les professionnels et individuels'. Price: \$199 / year. Features include: Apache server (with WordPress), FTP access, DNS management, SSH access, 2GiB storage, 5 user limit, 10 DNS aliases, 5 database limit, 5 virtual server limit, and 5 Gb/month bandwidth.
- Enterprise Plan:** Light blue background. 'Formule élargie pour entreprise'. Price: \$299 / year. Features include: Apache server (with WordPress), FTP access, DNS management, SSH access, 5GiB storage, 10 user limit, 20 DNS aliases, 10 database limit, 10 virtual server limit, and 10 Gb/month bandwidth.

Each plan section contains a list of features, the price, and a form with two input fields: 'Entrez votre pass prof-coach :' and 'Entrez uniquement votre sous-domaine :'. The 'Create' button is highlighted in cyan.

Il nous suffit d’appuyer sur le bouton « **Créer** » et de **patienter au moins deux minutes**. Si nous essayons d’accéder directement à notre serveur, une erreur de maintenance (503) s’affiche.

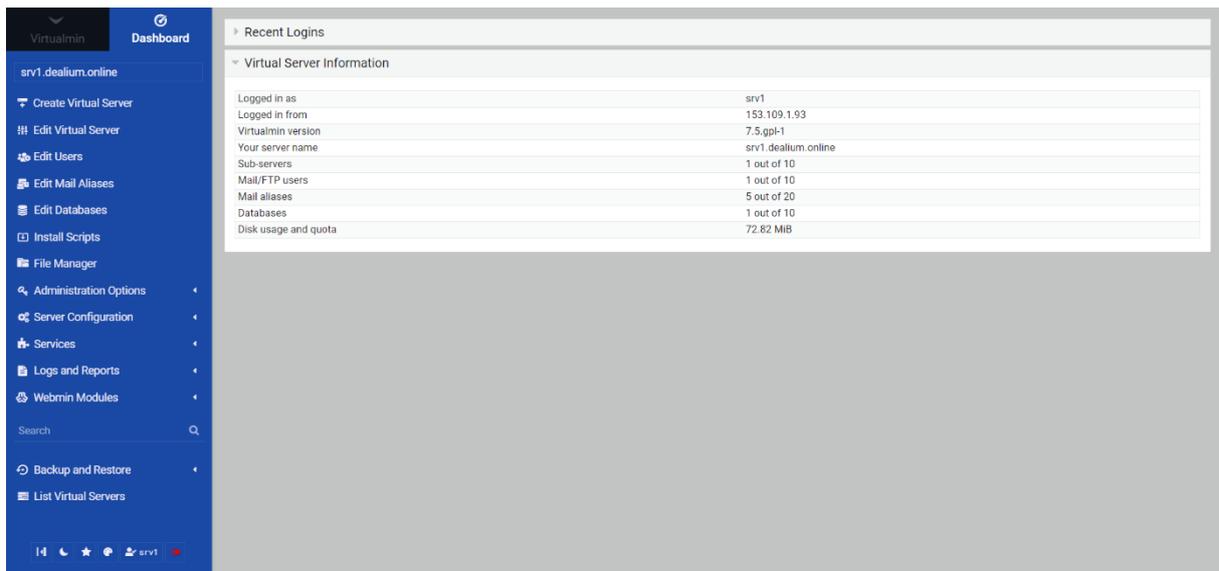
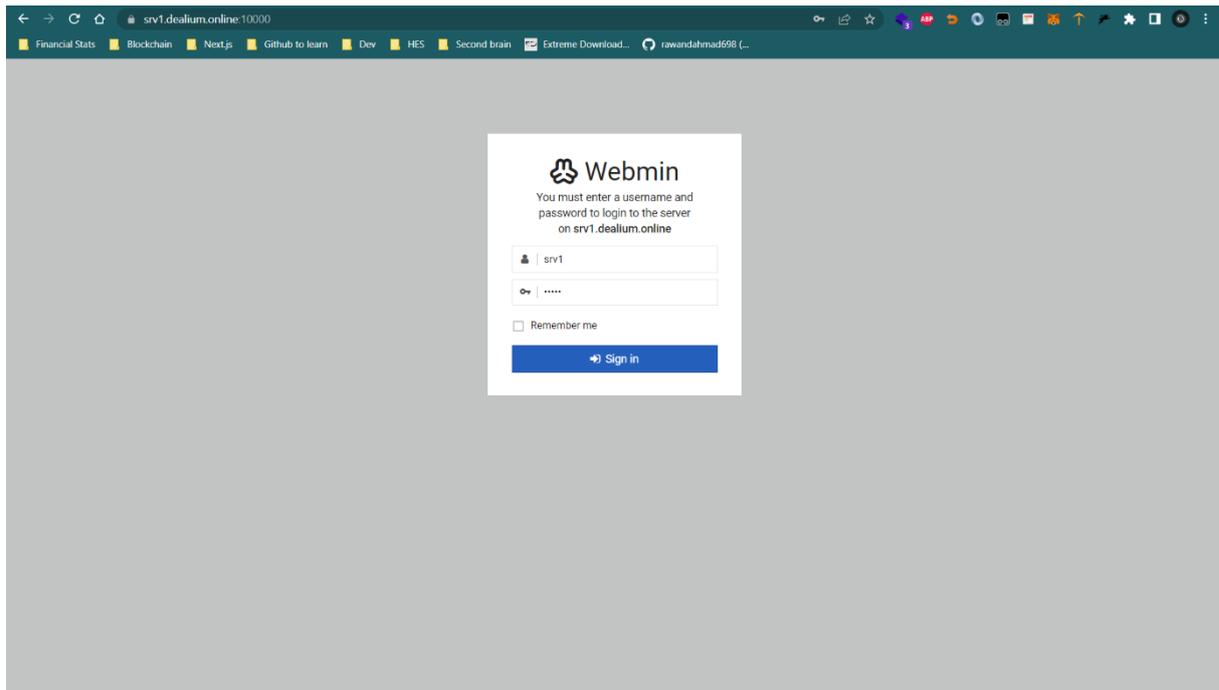


En l'occurrence, nous avons ces informations d'authentification avec le **mot de passe par défaut : hesso**.

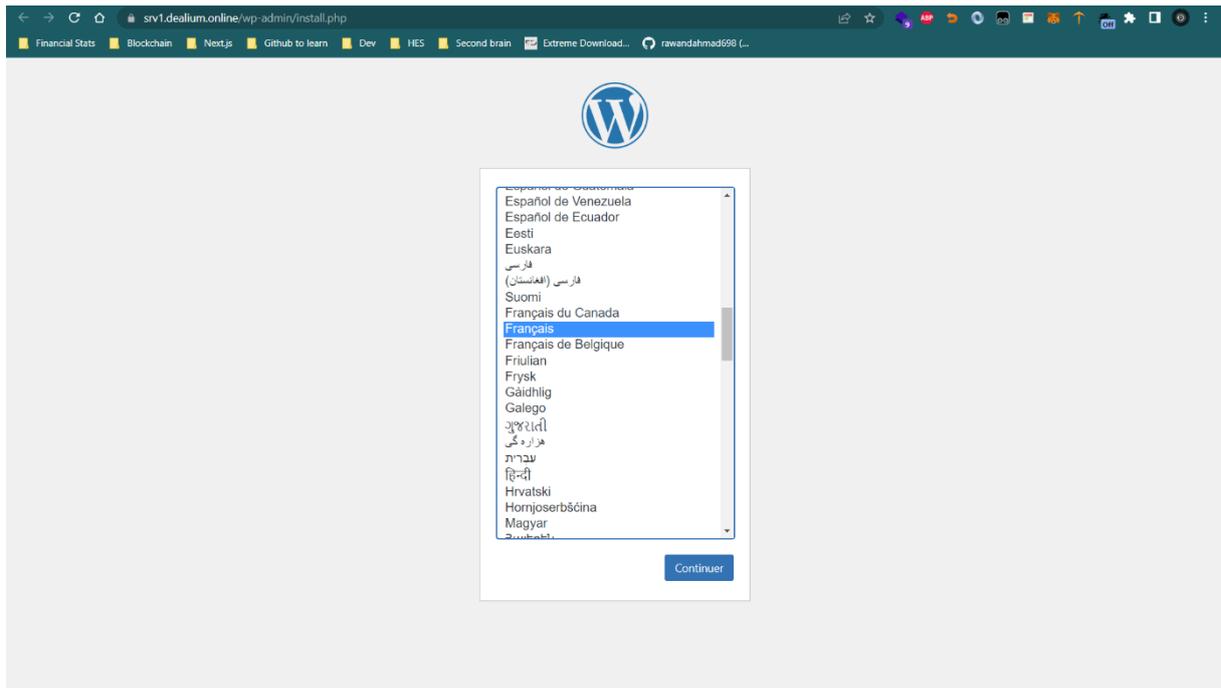
FQDN (Admin Panel)	Nom d'utilisateur (Panel VirtualMin + FTP)	Mot de passe par défaut	Mot de passe pour souscrire à un plan
https://srv1.dealium.online:10000	srv1	hesso	coach-hesso

Quand la création du serveur est terminée, ces choix s'offrent à nous :

- Vous pouvez accéder à votre panel administratif avec l'adresse de votre serveur, par exemple : <https://srv1.dealium.online:10000>.



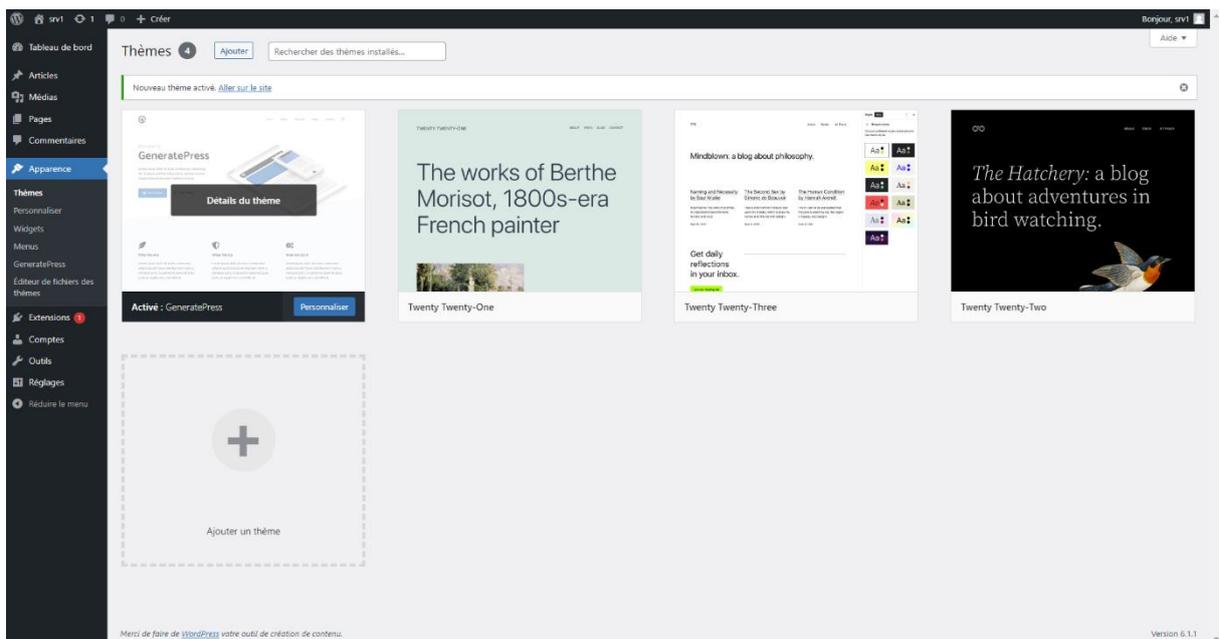
Nous avons un accès à notre site web sans indication de port, le serveur nous redirige en HTTPS vers le lien suivant : <https://srv1.dealium.online>. Si nous le souhaitons, nous pouvons configurer WordPress en nous rendant à cette adresse <https://srv1.dealium.online/wp-admin>. L'interface nous demande de créer un compte et nous accédons très rapidement au menu qui nous permet de modifier un thème très rapidement.



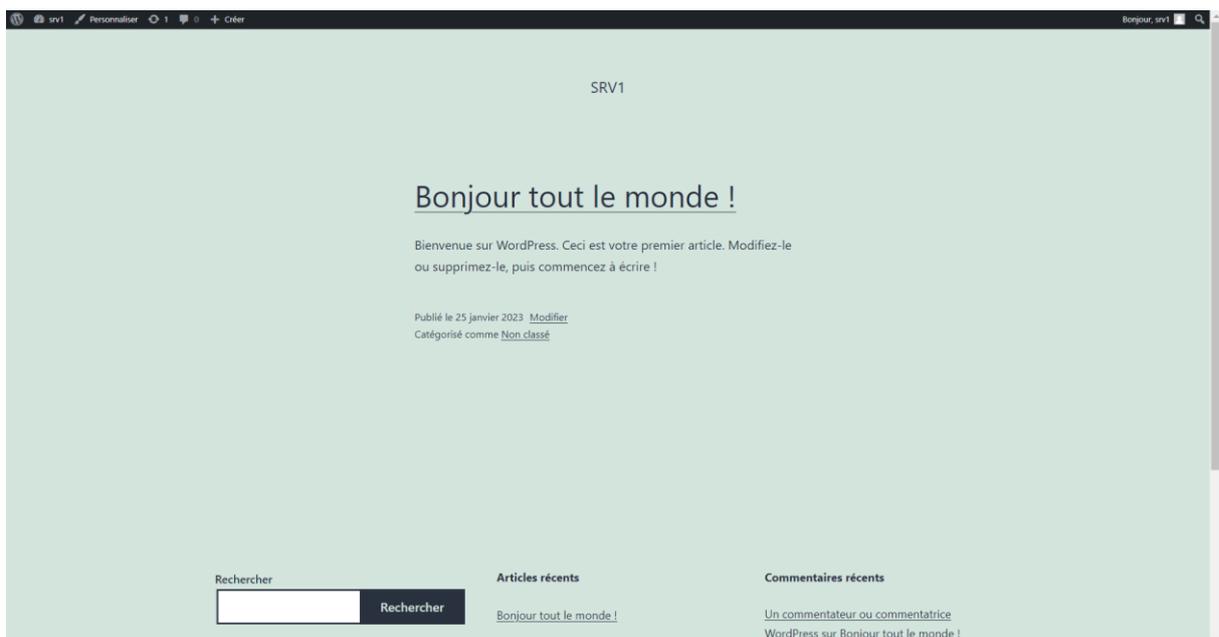
Nous devons ensuite créer un compte local sur WordPress :

A screenshot of the WordPress 'Bienvenue' (Welcome) screen during installation. The page features the WordPress logo at the top center. Below it, the heading 'Bienvenue' is displayed. The main text reads: 'Bienvenue dans la très célèbre installation en 5 minutes de WordPress ! Vous n'avez qu'à remplir les informations demandées ci-dessous et vous serez prêt à utiliser la plus extensible et puissante plateforme de publication de contenu au monde.' The section 'Informations nécessaires' (Necessary information) follows, with the instruction: 'Veuillez renseigner les informations suivantes. Ne vous inquiétez pas, vous pourrez les modifier plus tard.' The form contains several fields: 'Titre du site' (Site title) with the value 'srv1'; 'Identifiant' (Username) with the value 'srv1'; 'Mot de passe' (Password) with the value 'hesso' and a 'Masquer' (Hide) button; 'Confirmer le mot de passe' (Confirm password) with a checked checkbox and the label 'Confirmer l'utilisation du mot de passe faible'; 'Votre e-mail' (Your email) with the value 'srv1@srv1.dealium.online'; and 'Visibilité par les moteurs de recherche' (Search engine visibility) with an unchecked checkbox and the label 'Demander aux moteurs de recherche de ne pas indexer ce site'. A red warning box indicates the password is 'Very weak'. An 'Important' note states: 'Important : Vous aurez besoin de ce mot de passe pour vous connecter. Pensez à le stocker dans un lieu sûr.' At the bottom, there is an 'Installer WordPress' button.

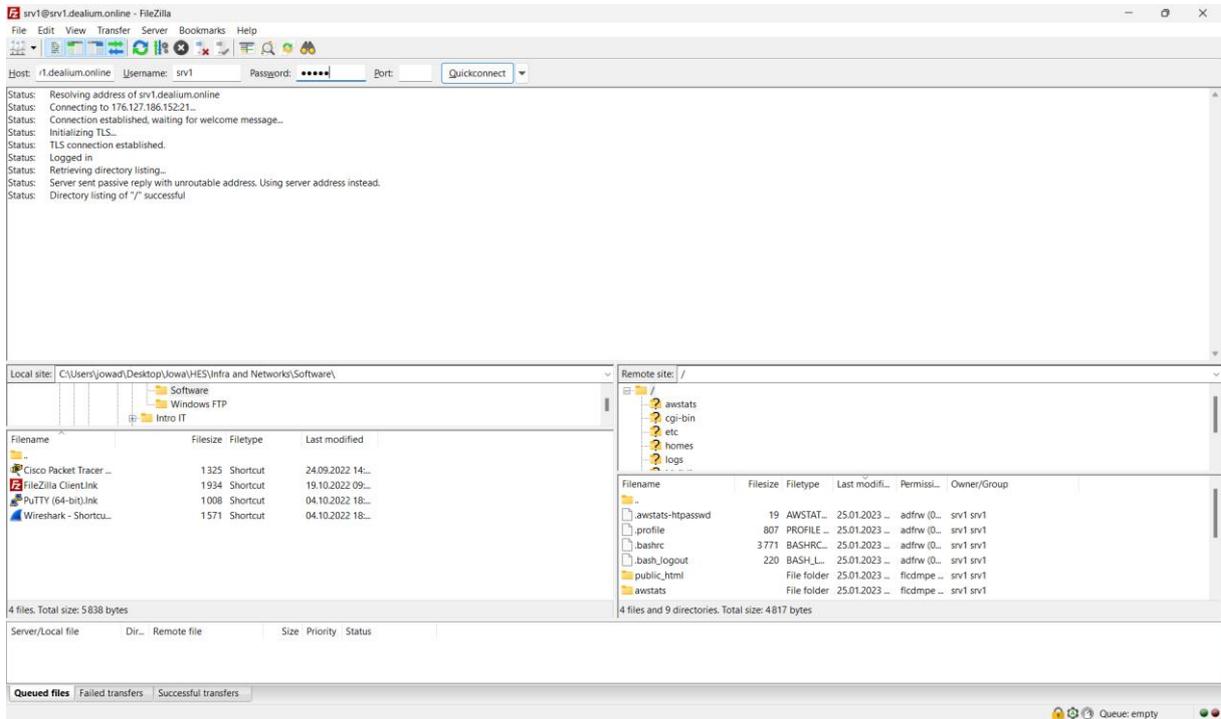
Ensuite, nous installons et activons un thème :



Finalement, nous obtenons un site internet préconstruit comme cela :



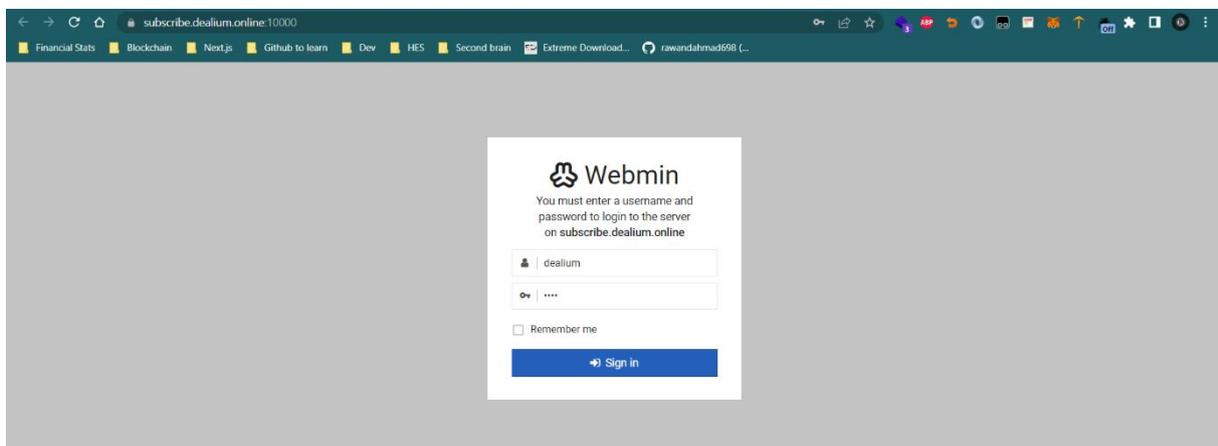
Nous pouvons accéder à notre espace de stockage, via le protocole FTPS, avec un client FTP comme FileZilla :



Création manuelle d'un serveur virtuel en tant qu'administrateur du service de hosting

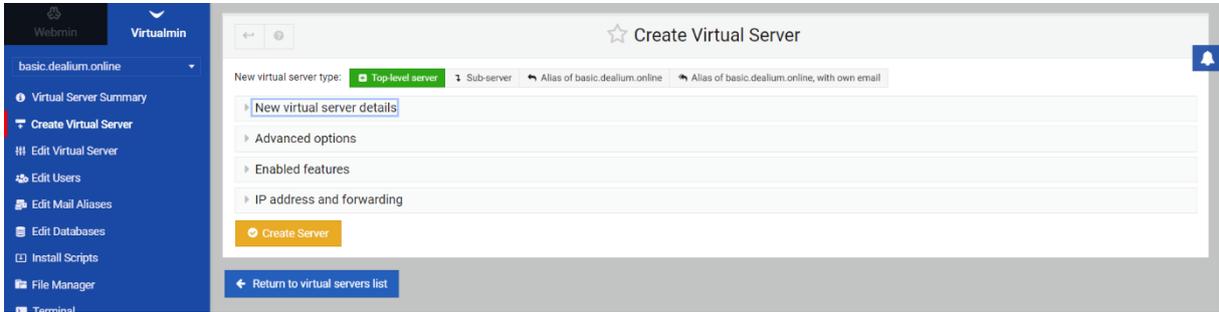
Nous nous connectons au panel administratif avec l'adresse : <https://subscribe.dealium.online:10000> et les informations suivantes :

Administrator User	Password
---------------------------	-----------------

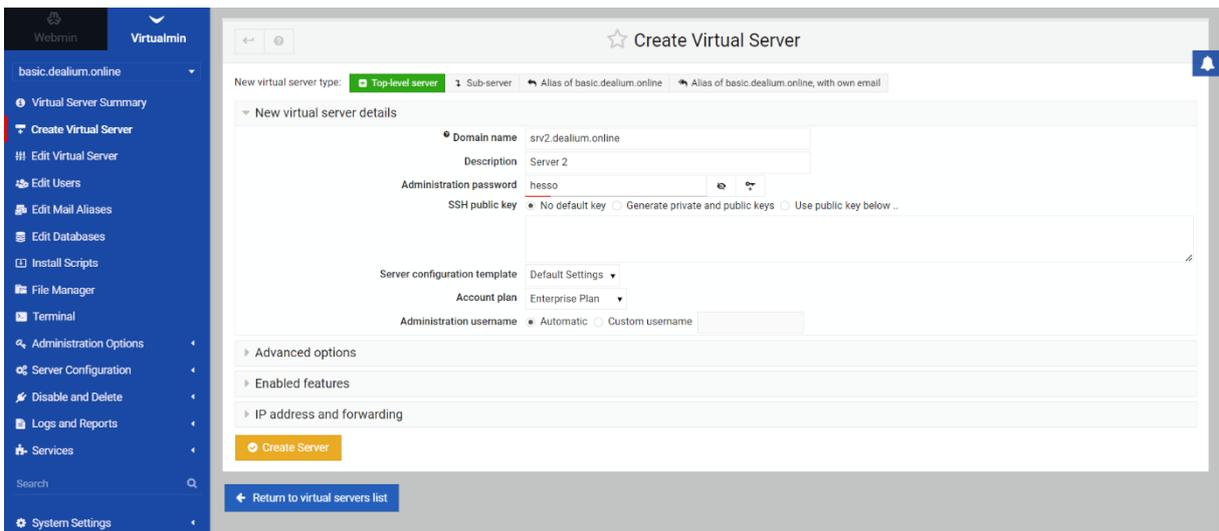


dealium	toor
----------------	-------------

Nous pouvons appuyer sur **Create Virtual Server** et compléter le formulaire comme suit :



Tout d'abord, nous liions le sous-domaine au **Serveur Virtuel** et nous donnons un mot de passe administrateur pour qu'il puisse accéder au panel de gestion ou aux autres services affectés au plan de souscription choisi :



Nous devons laisser le modèle par défaut de serveur virtuel (Default Settings) et appliquer le « **Account Plan** » correspondant à la formule que nous souhaitons (Basic, Professional, Enterprise).

Server configuration template

Account plan

Nous laissons les réglages par défaut des options avancées. Nous pouvons revenir dans les options avancées pour activer certains fonctionnalités du serveur virtuel ultérieurement.

Voici la liste des options disponibles :

1. Create server administrator : création de l'administrateur du serveur.
2. Create home directory : création du répertoire home. Laisser cette case activée.
3. Setup DNS Zone : configuration automatique de la zone DNS.
4. Setup Apache website : création et configuration du serveur apache avec `index.html` inclus.
5. Create MariaDB database : création de la base de données, il faut l'activer pour le bon fonctionnement de WordPress.
6. Accept mail for domain : permet de réceptionner des mails selon la configuration DNS mais cette option est à activer uniquement si nous souhaitons configurer un service mail.
7. Setup mail filtering : permet de filtrer les mails. À cocher si nous activons le précédent point.
8. Create webmin login : permet la connexion à ce panel. Laisser cette case activée.
9. Enable AWStats reporting : permet d'avoir un rapport chiffré du serveur.

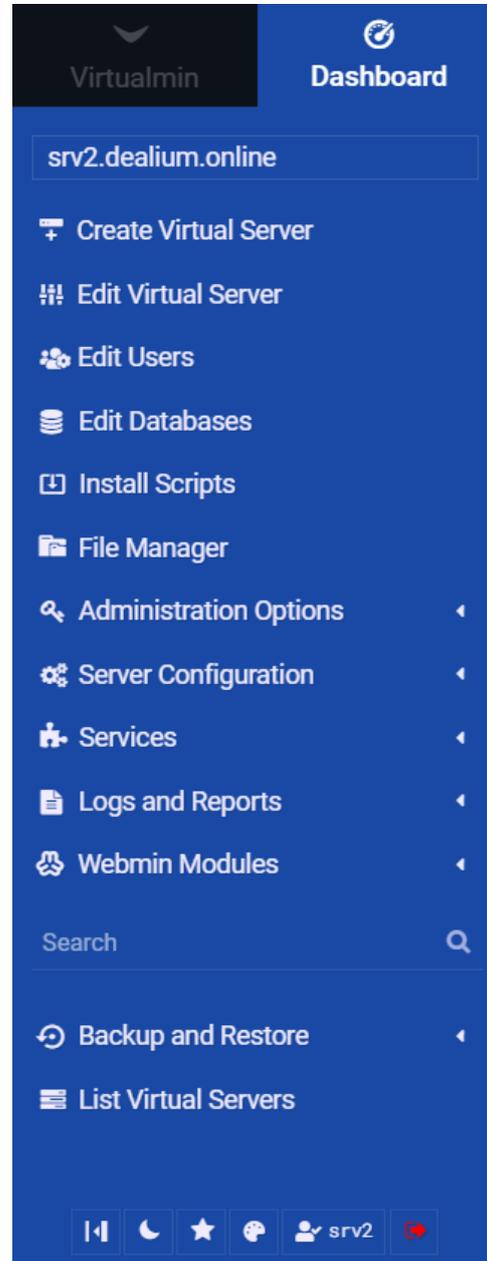
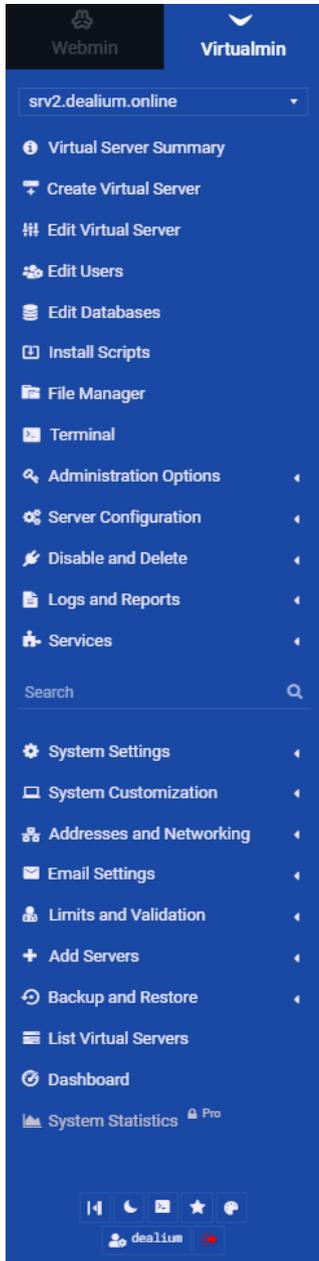
Enabled features	
<input checked="" type="checkbox"/> Create server administrator	<input type="checkbox"/> Accept mail for domain
<input checked="" type="checkbox"/> Create home directory	<input type="checkbox"/> Setup spam filtering
<input checked="" type="checkbox"/> Setup DNS zone	<input checked="" type="checkbox"/> Create Webmin login
<input checked="" type="checkbox"/> Setup Apache website	<input checked="" type="checkbox"/> Enable AWStats reporting
<input checked="" type="checkbox"/> Create MariaDB database	

Nous pouvons, dès à présent, appuyer sur « **Create Server** ». Notre serveur se crée au bout de deux minutes. Ce temps d'attente est nécessaire pour générer une clé asymétrique pour le certificat SSL et pour exécuter le script d'installation de WordPress.

Nous avons accès par la suite à notre serveur. Il nous suffit de nous déconnecter et nous connecter au profil créé, pour cet exemple :

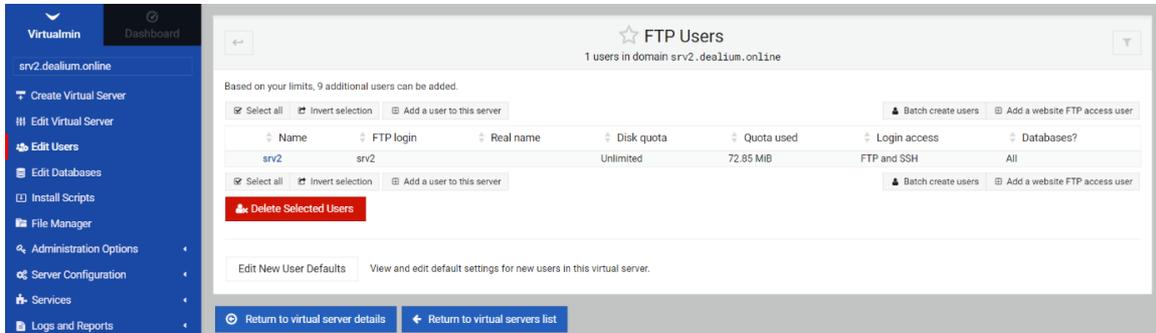
User	Password
srv2	hesso

Nous obtenons une interface différente entre l'administrateur du service d'hosting et le propriétaire du serveur. La vue de gauche est la connexion administrateur (dealium) du service de hosting et la vue de droite est la connexion en tant que propriétaire (srv2) du serveur virtuel limité par son plan de souscription :

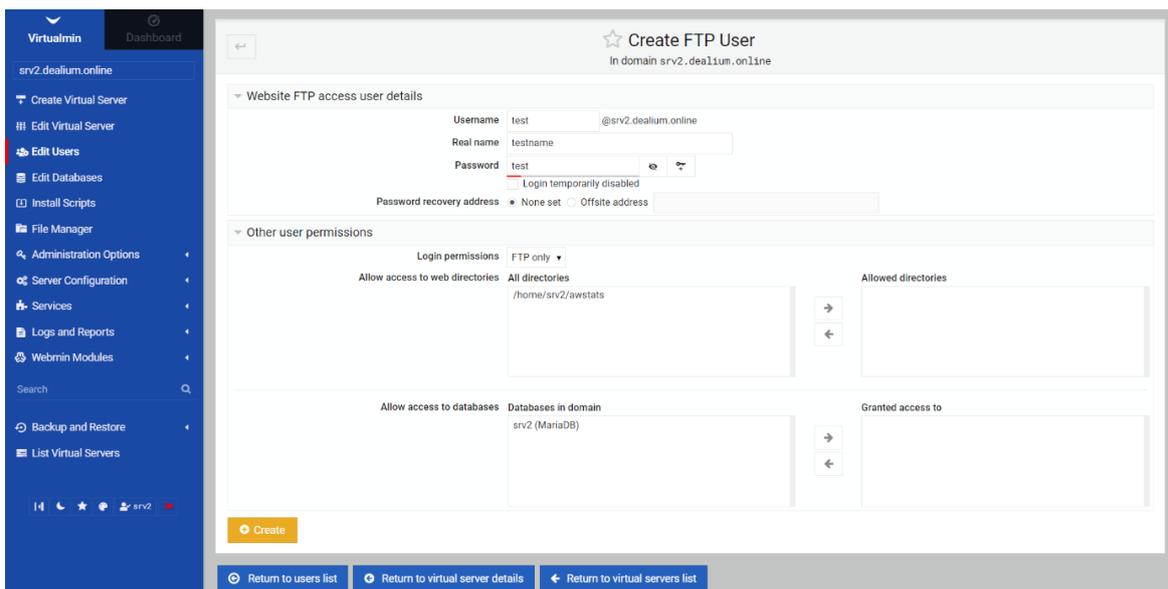


Création de comptes supplémentaires (accès FTP...) dans un serveur virtuel

Nous avons la possibilité d'ajouter de nouveaux utilisateurs dans ce même serveur en nous rendant dans le menu « [Edit Users](#) ». Selon le plan actuel [Professional Plan](#), nous remarquons que nous pouvons encore créer 9 nouveaux utilisateurs :



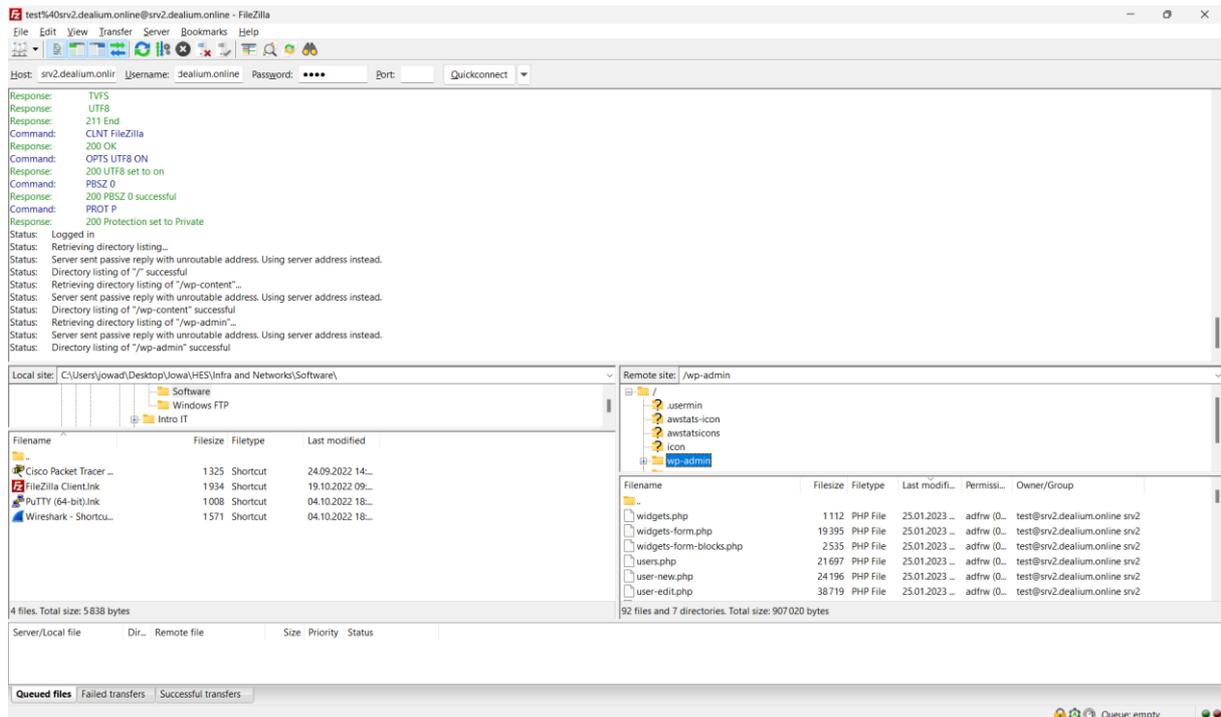
Deux options de création de nouveaux utilisateurs sont disponibles, nous effectuons la plus restrictive des deux soit la « [Add a website FTP access user](#) ». Notre utilisateur a accès uniquement au service FTP comme dans le cas de figure suivant :



Nous testons l'accès FTP :

Name	FTP login	Real name	Disk quota	Quota used	Login access	Databases?
srv2	srv2		Unlimited	72.86 MiB	FTP and SSH	All
<input type="checkbox"/> test	test@srv2.dealium.online	testname	Same as admin		FTP only	No

Le nom d'utilisateur est « [test@srv2.dealium.online](#) ». Nous pouvons nous connecter sur FileZilla dans la racine prédéfinie du compte « [/home/srv2/awstats](#) ». Nous pouvons le modifier si nous voulons donner plus de liberté à notre utilisateur.



Si nous souhaitons accéder à l'un de nos serveurs virtuels déjà opérationnels, nous composons les adresses suivantes dans notre navigateur :

Plan de souscription	FQDN (Admin Panel)	User	Password
Basic Plan	https://basic.dealium.online:10000	basic	hesso
Professional Plan	https://professional.dealium.online:10000	professional	hesso
Enterprise Plan	https://enterprise.dealium.online:10000	enterprise	hesso