HAL open science

Une Box nano-serveur autonome Raspberry Pi3

Mokhtar Ben Henda

▶ To cite this version:

Mokhtar Ben Henda. Une Box nano-serveur autonome Raspberry Pi3. [Rapport Technique] AUF (Agence Universitaire de la Francophonie); IFIC. 2018. hal-02532371

HAL Id: hal-02532371

https://hal.science/hal-02532371v1

Submitted on 5 Apr 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

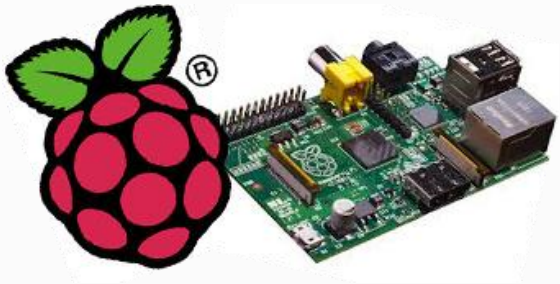
Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

IFIC
Institut de la Francophonie
pour l'ingénierie
de la connaissance
et la formation à distance

AUF

Une Box nano-serveur autonome Raspberry Pi3

Pour diffuser localement des contenus Web y compris dans des milieux non connectés



Mokhtar BEN HENDA

Octobre 2018

Table des matières

- Avant-propos 2
- Introduction des concepts 5
  - La réplication (*mirroring*) 5
    - Serveurs miroirs 5
    - Sites miroirs 7
    - Créer un miroir de dépôt sur un support mobile ou un mini-serveur web local 8
  - La mobilité (Serveurs mobiles) 9
  - L'autonomie (Mini serveur local) 10
  - L'adaptativité (*Responsive design*) 11
    - Définition 12
    - Modalités d'usage 13
  - L'authentification (les portails captifs) 15
    - Portails captifs : mode opératoire 15
    - Types de portails captifs 17
- Options de mise en place d'une box Nano-serveur 19
  - Option 1 : Mise à jour régulière d'un système d'information sans connexion Internet 19
    - RED HAT, une solution en logiciel libre 19
    - Windows Server Update Services (WSUS) : une solution Microsoft 22
  - Option 2 : une infrastructure légère, peu couteuse et facile à installer dans un environnement déconnecté 24
    - Caractéristiques d'un ordinateur à carte unique (nano-ordinateur) 24
- Quelle solution pour une Box Nano-serveur ? 27
  - *Windows Nano Server* : le nano serveur de Microsoft 27
    - Comment déployer Windows nano server ? 28
    - Avantages de Windows Nano server dans un environnement Hyper-V 30
  - Nano-serveurs mono-cartes 31
  - Le nano-ordinateur moncarte Raspberry PI 33
- Une Box Nano-serveur autonome Raspberry Pi3 35
  - Un projet de point d'accès Wifi captif (Hotspot) à base de RPi 35
    - Prérequis de la configuration 36
    - Préparation du système d'exploitation 36
    - Préparation du matériel 37
    - Configuration du Raspberry Pi en tant que point d'accès Wi-Fi 38
    - Configuration du Pi en tant que portail captif 43
    - Configuration de la carte Pi comme faux portail captif 45
- Sources consultées : 47

CC_BY_SA 4.0

Avant-propos

L'Agence universitaire de la Francophonie regroupe plus de 800 établissements universitaires sur tous les continents. Elle est présente dans plus de 100 pays où elle coopère avec des milliers d'acteurs universitaires dans les domaines de l'enseignement et de la recherche. Au cœur de cette mosaïque partenariale, l'AUF fait face sans doute à des défis et des enjeux majeurs qui varient selon chaque milieu et chaque contexte. Chaque partenaire universitaire opère dans un environnement particulier selon un mode de gouvernance spécifique dans lequel il définit ses propres objectifs et ses propres orientations stratégiques selon son environnement socioculturel, politique et technologique.

L'une des différences majeures qui distinguent désormais les institutions universitaires les unes des autres est sans doute celle relative aux environnements numériques de travail, notamment en termes de moyens, de ressources et de capacités d'adaptation aux innovations technologiques émergentes. Dans ce sens, il va sans dire que les centaines d'institutions universitaires, partenaires de la Francophonie, ne sont pas au même degré de pénétration des technologies numériques. Il est évident que des institutions sont à la pointe des technologies alors que d'autres sont encore en quête de moyens élémentaires pour fournir à leurs membres, des conditions minimales de connectivité et d'accès à l'information scientifique et technique.

L'AUF est consciente depuis longtemps de cette disparité et elle l'a encore confirmé dans sa nouvelle stratégie de 2017-2021, définie lors du sommet de Marrakech en avril 2017. Cette stratégie vise à construire un nouvel espace universitaire francophone qui permettrait à l'AUF « *d'accompagner les établissements d'enseignement supérieur et de recherche face aux défis qu'ils rencontrent et à contribuer à ce qu'ils trouvent les réponses correspondantes. Ainsi se crée un nouvel espace universitaire francophone, bâti autour de l'acceptation de ces défis et des actions pour les relever, ensemble, en mettant en œuvre tous les leviers disponibles, dont le partage de la langue française, qui unit cet espace* »[1].

La nouvelle stratégie de l'AUF corrobore et appuie ses engagements précédents notamment en matière de numérique éducatif entamé depuis 2014 au profit de l'enseignement supérieur francophone. L'un de ces engagements était justement de « *répondre aux enjeux de la massification de l'enseignement supérieur francophone et de rompre l'isolement des enseignants-chercheurs investis dans les TICE* »[2]. Plusieurs projets numériques francophones sont venus appuyer cette orientation stratégique de l'AUF en faveur de ses partenaires pour renforcer leur potentiel à s'inscrire plus activement dans la dynamique du numérique éducatif mondial. Le projet IDNEUF (Initiative pour le Développement du numérique dans l'espace universitaire francophone[3]) est sans doute l'une des initiatives récentes de la Francophonie qui vise le transfert du savoir et l'accès de ses partenaires francophones au patrimoine éducatif mondial et la promotion de leur contribution à son enrichissement. La

[1] AUF (2017). « Statuts de l'agence universitaire de la Francophonie, adoptés par la 17e Assemblée générale de Marrakech, le 10 mai 2017 ». AUF, 12p.
[2] AUF (2014). « Programmation quadriennale 2014-2017 et indicateurs stratégiques ». 15 p.
[3] IDNEUF : Développement du numérique dans l'espace universitaire francophone http://www.idneuf.org/

focalisation sur les ressources éducatives libres et l'appui aux initiatives du libre accès sont aussi des démarches qui renforcent l'accès à un volume important d'information scientifique et technique actualisée et mise à jour au profit de la recherche francophone.

Or, pour pouvoir en tirer profit, tous les partenaires francophones ont besoin d'avoir un accès équitable à ces moyens et ressources en ligne. La réalité francophone est néanmoins toute autre. L'isolement des chercheurs est encore une réalité tangible et prend plusieurs formes. Au sens « strict », beaucoup l'associent au concept de la fracture numérique et la mettent systématiquement sous le label des inégalités d'accès à l'internet. Pourtant, la fracture numérique n'est pas technologiquement fondée uniquement sur des problèmes d'outils ni de dispositifs. Elle est aussi dans l'accès à l'information scientifique et technique, aux inégalités liées à la diffusion de n'importe quel type de bien ou de service numérique. En effet, la réalité du contexte francophone montre qu'il y a encore des milieux qui souffrent d'une précarité d'accès et d'un isolement issu de leurs contextes technologiques défavorables, de leurs moyens logistiques limités, de compétences numériques inadaptées, etc. Ces situations d'exclusion et de précarité nécessitent des solutions alternatives adaptées. L'AUF l'a bien intégré dans sa stratégie 2017-2021 comme l'une de ses missions principales : « *Apporter une aide particulière aux institutions en développement, spécialement à celles qui sont menacées dans leur existence* »[4].

C'est dans cet esprit d'engagement participatif que l'AUF compte mettre en place un système de solutions technologiques autonomes qui a pour but :

- de concevoir et diffuser une Box Nano-serveurs miroir de portail permettant d'héberger et de diffuser les contenus localement, y compris dans des lieux non connectés ;
- De proposer aux étudiants un accès à ces contenus depuis PC, tablette ou smartphone en wifi (responsive design) ;
- de mettre en place un environnement logiciel permettant de définit un "master" qui peut ensuite être simplement répliqué sur des serveurs sortis d'usine ;
- de mettre en place un « portail captif » toute connexion en wifi sur la box conduit à ce portail
- d'accéder aux contenus par arborescence ou recherche par mots clés ;
- de mettre en place un mode administrateur permettant de gérer les contenus depuis tout terminal connecté en wifi : ajout de répertoire dans l'arborescence, ajout de contenu par drag & drop depuis un pc, etc. ;
- de mettre à disposition de statistiques d'accès par ressource.

La présente étude consiste à explorer l'environnement général des serveurs mobiles en vue de proposer des pistes de conceptions et de mise en place d'une solution francophone sous forme d'un mini-serveur miroir (une « AUF BOX mobile ») qui serait déployé dans les milieux universitaires francophones non connectés en vue d'héberger et de diffuser des contenus d'information reproduits à partir de portails institutionnels francophones distants.

---

[4] AUF (2017). « Statuts de l'agence universitaire de la Francophonie, adoptés par la 17e Assemblée générale de Marrakech, le 10 mai 2017 ». Op.cit.

Pour résumer cette demande, l'objectif de l'AUF est de créer un dispositif (ou système d'information) mobile capable de reproduire périodiquement des contenus scientifiques hébergées sur un portail francophone institutionnel et les diffuser sur des serveurs miroirs mobiles déployés dans des zones peu ou pas connectées.

Une telle configuration engage une ingénierie numérique complexe qui couvre autant les opérations de montage et de paramétrage du système d'information que son alimentation en ressources et leurs mises à jour régulières. L'objectif final est de servir en ressources IST un public local défaut de connexion ou en zones à débits Internet limités.

À cette fin, et en vue de mieux comprendre l'environnement général d'une solution miroir autonome au besoin de l'AUF, cette étude sera structurée en quatre parties :

1. Introduire les concepts clés liés au principe des solutions miroirs sous forme de mini/nano serveurs autonomes et mobiles ;
2. Présenter les différentes options de mise en place d'une Box Nano-serveur ;
3. Étudier des solutions alternatives pour une BOX NANO-SERVEUR ;
4. Exemple d'installation d'une BOX NANO-SERVEUR autonome RaspBerry Pi 3

Introduction des concepts

Le principe des serveurs miroirs, autonomes et mobiles est complexe. Il engage des techniques, des solutions et des processus d'ingénierie à plusieurs niveaux et mobilise des compétences humaines et des ressources logistiques importantes pour le faire démarrer. Une fois installé, le système d'information miroir, mobile et autonome nécessiterait aussi un suivi et une mise à jour régulière pour atteindre les objectifs qui ont présidé à sa conception.

Le projet se construit aussi autour de plusieurs concepts innovants liés à ses caractéristiques fondamentales de réplication (*mirroring*), mobilité et autonomie. Il devrait répondre aussi, selon les termes de référence de la commande AUF, aux critères de l'ingénierie adaptative (*responsive design*) et des mesures de sécurité des portails captifs. Chacune de ces caractéristiques se décline, à son tour en un ensemble de spécifications techniques qu'il faudrait préalablement identifier et définir.

Il serait donc plus approprié de commencer cette étude par introduire tous ces concepts et étudier leurs caractéristiques dont beaucoup ferait partie de la solution Box Nano-serveur envisagée. Nous présenterons notamment les notions de réplication (*mirroring*), de l'autonomie et de la mobilité que nous complèterons par un passage en revue des notions de la conception adaptative et des portails captifs.

En plus des techniques et procédés qui caractérisent le mode de fonctionnement de la grande majorité des serveurs existants, nous focaliserons aussi sur les configurations serveurs les plus appropriées pour une Box Nano-serveur qui serait aussi peu onéreuse, peu consommatrice d'énergie et facilement manipulable. Nous pensons particulièrement aux mini et nano-serveurs mono-cartes qui sont en vogue.

La réplication (*mirroring*)

L'une des caractéristiques clés recherchée pour le produit Box nano-serveur est sa capacité à répliquer régulièrement des contenus disponibles sur des portails institutionnels en lignes et les mettre à disposition d'utilisateurs francophones dans des environnements mal ou non connectés. Dans d'autres contextes (i.e. grandes entreprises), la réplication peut avoir d'autres raisons (décentralisation des flux, allègement de trafic, sauvegarde de données, etc.).

La réplication peut aussi prendre plusieurs formes. Elle peut concerner un serveur entier. On parlerait alors de serveur miroir. Elle peut aussi concerner la réplication de données (sites web, bases de données, etc.). On perlerait entre autres de sites ou de portails miroirs.

- ***Serveurs miroirs***

La mise en miroir de serveur est un processus de gestion de réseau par lequel une réplique exacte d'un serveur est créée en permanence. La mise en miroir de serveur est une technique utilisée pour la continuité des activités, la récupération et la sauvegarde des données en situations de contraintes : cas de sinistres, absence ou coupure de connexion Internet, maintenance réseau, etc. La duplication de l'intégralité du contenu d'un serveur sur un autre serveur distant ou interne à l'institution permet d'assurer la continuité des services si le serveur principal devient inaccessible. Bref, la mise en miroir d'un serveur est principalement implémentée pour créer une infrastructure informatique tolérante aux pannes techniques et aux contraintes qui réduisent ou empêchent l'accès au serveur principal. Généralement, ce processus nécessite que le serveur miroir ait une configuration matérielle et logicielle identique à celle trouvée dans le serveur principal.

La mise en miroir de serveur est également utilisée pour équilibrer les flux et les téléchargements de données identiques concentrées sur un serveur principal. Un serveur miroir hébergeant des copies des fichiers disponibles sur d'autres serveurs ont parfois une connexion plus rapide que le serveur maître. Il peut être aussi plus proche géographiquement du lieu de téléchargement que ne l'est le serveur principal, ce qui donne la possibilité d'un téléchargement plus rapide vers des utilisateurs faiblement connectés au serveur principal.

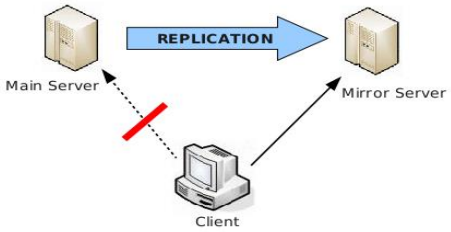


Figure 1 : serveur miroir (Source : OpenKM.com)

Néanmoins, un serveur miroir se distingue d'un serveur de sauvegarde qui, lui, permet la sauvegarde de données, de fichiers, d'applications et / ou de bases de données sur un serveur spécialisé interne ou distant. Le serveur de sauvegarde combine des technologies matérielles et logicielles qui fournissent des services de sauvegarde et de récupération à des ordinateurs, des serveurs ou des périphériques connexes.

Un serveur de sauvegarde est généralement implémenté dans un environnement informatique d'entreprise où les systèmes informatiques d'une organisation sont connectés par un réseau à un ou plusieurs serveurs de sauvegarde.

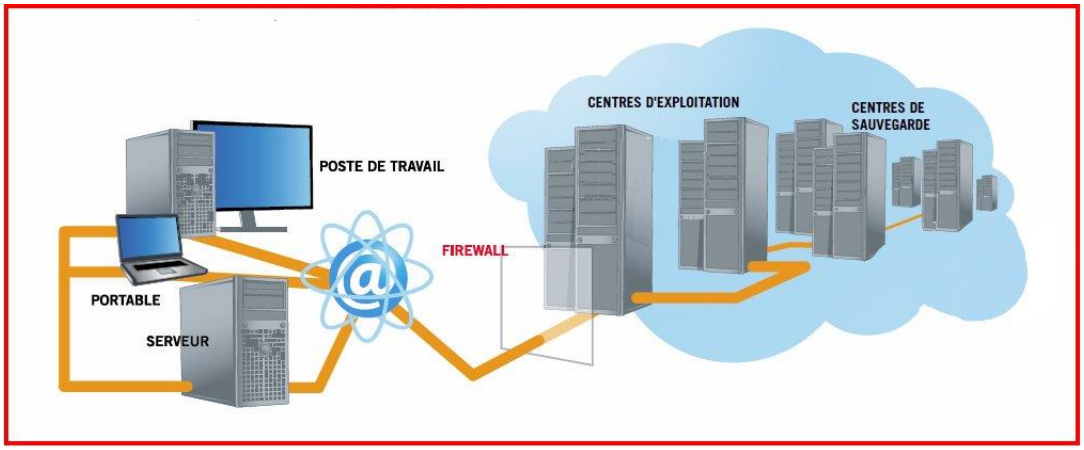


Figure 2 : Serveurs de sauvegarde locaux et distants (Source : FDS informatique)

Un serveur de sauvegarde consiste alors en un serveur matériel standard avec une capacité de stockage substantielle, principalement avec des lecteurs de stockage et une application de serveur de sauvegarde spécialement conçue. Le calendrier de sauvegarde pour chaque ordinateur peut être installé avec une application d'utilitaire client ou configuré dans le système d'exploitation hôte (OS). À l'heure programmée, l'hôte se connecte au serveur de sauvegarde pour lancer le processus de sauvegarde des données. La sauvegarde peut être récupérée en cas de perte, de corruption ou de reprise des données principales après sinistre. Pour les fournisseurs d'hébergement ou de service en nuage, un serveur de sauvegarde est connecté à distance via Internet sur une interface Web ou via des interfaces de programmes d'application (API).

- ***Sites miroirs***

Un site miroir est une copie conforme d'un site hébergé sur un serveur distant sous une adresse IP différente de celle du serveur d'origine. Le même site est ainsi hébergé sur plusieurs serveurs permettant de répartir la charge sur les serveurs d'un site à forte demande internationale et de délivrer de la sorte les contenus à partir d'une zone géographique plus proche des visiteurs pour réduire les temps de réponses.

La mise en miroir de données se réfère à l'opération en temps réel de copier des données, en tant que copie exacte, d'un emplacement à un support de stockage local ou distant. En informatique, un miroir de données est une copie exacte d'un jeu de données. Le plus souvent, la mise en miroir des données est utilisée lorsque plusieurs copies exactes de données sont requises dans plusieurs emplacements différents. De même, un miroir de données synchrone est une copie exacte d'un ensemble de données immédiatement modifiées à mesure que leurs copies originales sont modifiées.

Un site miroir est une copie complète d'un site Web ou d'une page Web qui est placée sous une URL différente (Figure 3). Les sites miroirs sont couramment utilisés pour alléger le trafic des serveurs. Ils sont généralement situés dans différentes zones géographiques pour servir les populations de ces zones. La mise en miroir d'un site Web est une forme de mise en miroir de données, effectuée pour de nombreuses raisons, y compris pour :

- permettre la diffusion d'une même information à plusieurs endroits ;
- répartit le trafic des sites sur plusieurs serveurs différents ;
- faire des tests pour comparer deux versions d'hébergement ;
- conserver un site Web sur le point d'être fermé ou abandonné ;
- permettre des téléchargements plus rapides à partir d'un emplacement géographique spécifique précis ;
- préserver le contenu historique ;
- augmenter la disponibilité du téléchargement pour les utilisateurs locaux.

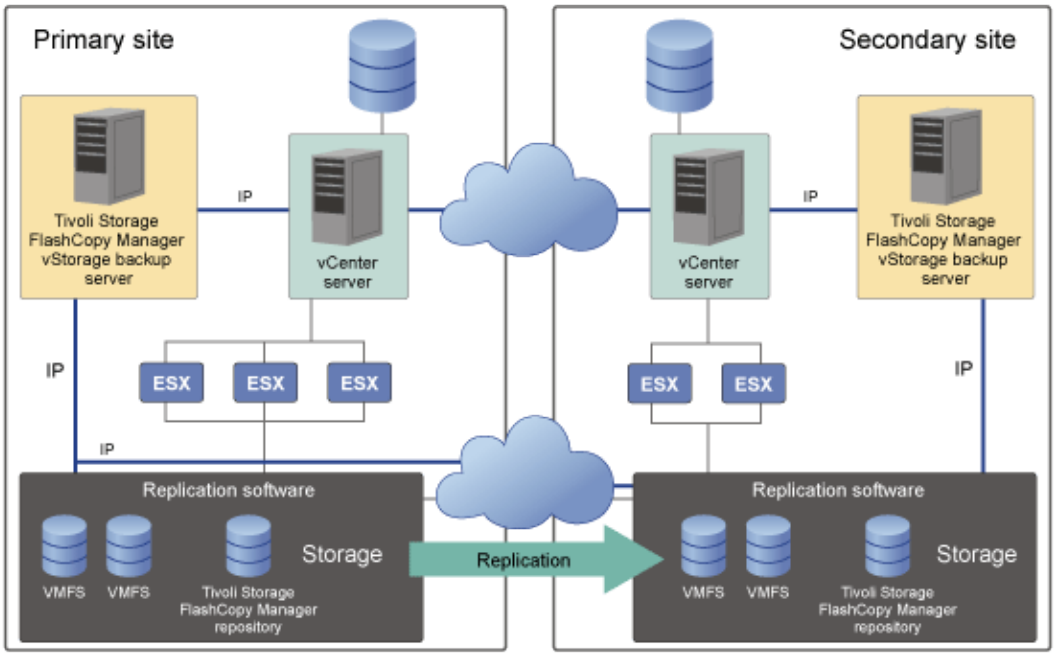


Figure 3 : site miroir (Source : www.ibm.com)

La mise en miroir de données peut également être réalisée grâce à une mise en miroir de disque, ce qui est aussi connu comme « duplexage de disque ». Il s'agit d'effectuer des copies exactes de données sur différentes partitions du même disque ou sur des disques séparés, tous dans le même système. Avec des systèmes distincts (c'est-à-dire que chaque système possède au moins une carte contrôleur de disque dur séparée), le processus s'appelle duplexage de disque (Figure 4).

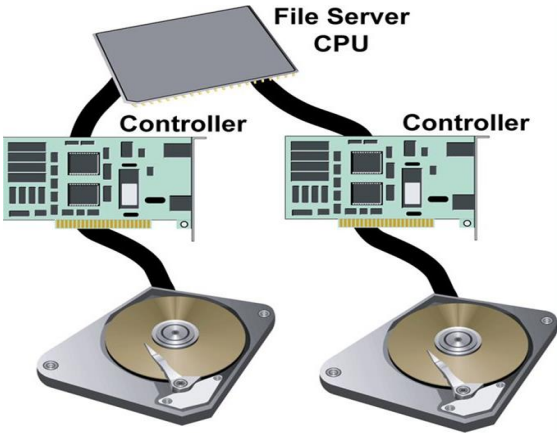


Figure 4 : duplexage de disques (Source : http://slideplayer.com/slide/4368477/)

Une Box Nano-serveur tirerait profit des caractéristiques des serveurs et des sites miroirs et de sauvegarde sans être une copie conforme ni de l'un ni de l'autre. Elle remplirait la fonction d'un serveur miroir dans la mesure où elle constituerait une copie de contenus de portails (ou de parties de portails) francophones institutionnels destinés à des utilisateurs en zones déconnectées ou mal connectées. Elle jouerait aussi le rôle de site miroir de contenus (sites, bases de données) mais dans un rythme régulier de synchronisation décalée (manuelle ou programmé) en raison de l'absence d'une connexion internet permanente ou de bonne qualité.

- ***Créer un miroir de dépôt sur un support mobile ou un mini-serveur web local***

La création d'un mini-serveur miroir pour les données hébergées sur un portail institutionnel en ligne permet de créer et de maintenir une copie conforme du portail en local. La raison principale est de ne plus avoir besoin de connexion vers le net pour pouvoir décharger des données ou faire des mises à jour permanentes en ligne. La synchronisation se ferait régulièrement par des procédés différés, manuels ou programmés en vue de contourner les contraintes d'un accès faible ou inexistant.

Pratiquement, le but premier est donc de concevoir un serveur de fichier et éventuellement lui donner ultérieurement d'autres fonctions avancées comme un mini-serveur vidéo ou de messagerie, etc.

C'est donc une solution pratique et efficace qui s'applique bien aux besoins de la Box Nano-serveur envisagée et de la mise à jour ou l'installation de ressources numériques au sein de structures ne disposant pas d'une connexion Internet ou dont la connexion est trop faible. Cela est particulièrement le cas de certains pays francophones en voie de développement.

La mobilité (Serveurs mobiles)

La mobilité est une caractéristique également recherchée pour la Box Nano-serveur. Par mobilité, il est entendu la possibilité de déplacer un serveur d'un lieu à un autre selon les besoins ou les contraintes. À cet égard, les serveurs mobiles sont essentiellement des ordinateurs portables renforcés qui visent à réaliser les mêmes fonctions de base que les serveurs traditionnels, mais sans les limitations inhérentes aux serveurs classiques à racks des centres de données. Ils répondent à des besoins émergents et ouvrent de nouvelles opportunités pour les utilisateurs qui nécessitent un matériel de type serveur mais dans un format mobile.

Un serveur mobile est un système informatique (matériel et système d'exploitation) qui répond aux demandes effectuées sur un réseau informatique prévu pour fournir (ou aider à fournir) un service réseau conventionnel avec la différence d'être facilement commode et mobile à la manière d'un ordinateur portable. En effet, contrairement aux grands centres de données ou aux serveurs à racks, les serveurs mobiles sont conçus pour être déplacés à volonté. Ils permettent un déploiement rapide et peuvent être facilement transportés (à la main) dans des environnements d'urgence, de désastre ou temporaires où les serveurs traditionnels ne sont pas envisageables en raison de plusieurs obstacles comme leurs besoins en énergie, leur grande taille, etc.

Les serveurs mobiles sont encore un nouveau concept dans le monde de l'informatique où un grand nombre d'acteurs sont encore habitués à penser que les serveurs sont montés dans des racks très chers, grands et lourds et à température contrôlée, câblés dans des réseaux étendus d'infrastructures fixes installées dans des pièces fermées.

Aujourd'hui, le rythme d'évolution des solutions serveurs a beaucoup évolué donnant lieu à plusieurs modèles innovants de serveurs mobiles de nouvelle génération.

En effet, la gamme des serveurs mobiles connait aujourd'hui une nouvelle catégorie d'ordinateurs portables classés dans la catégorie de serveurs « tout-en-un » avec écran, clavier et batterie intégrés. Il s'agit de ce qui est aussi appelé « Server on the Go », une approche complémentaire qui ajoute un ensemble de possibilités entièrement nouvelles aux options classiques des serveurs à racks existants. La solution « Server on the Go » répond à quatre critères essentiels :

1. Une taille ultra compacte ;
2. Un matériel de plate-forme serveur de type entreprise ;
3. Une économie d'énergie significative ;
4. Une mobilité complète.

Cette nouvelle catégorie de serveurs mobiles a introduit une nouvelle approche d'administration systèmes pour faire face aux nombreux goulets d'étranglement technologiques comme la consommation d'énergie et la mobilité réduite des solutions serveurs classiques. La technologie des serveurs mobiles « tout en un » est venue résoudre ces contraintes grâce à des solutions et des applications précédemment impraticables comme la conception optimisée d'énergie.

Le serveur « tout-en-un » de conception compacte, basée sur un ordinateur portable, est une solution informatique unique qui permet de produire la capacité d'un serveur classique à tout moment et n'importe où. Un serveur « on-the-Go » a l'avantage d'être toujours « prêt à tourner » (On-the-Go), d'être « rapidement paramétré », de fonctionner en mode nuagique ou en mode « ad-hoc » (configuration en mode réseau temporaire).

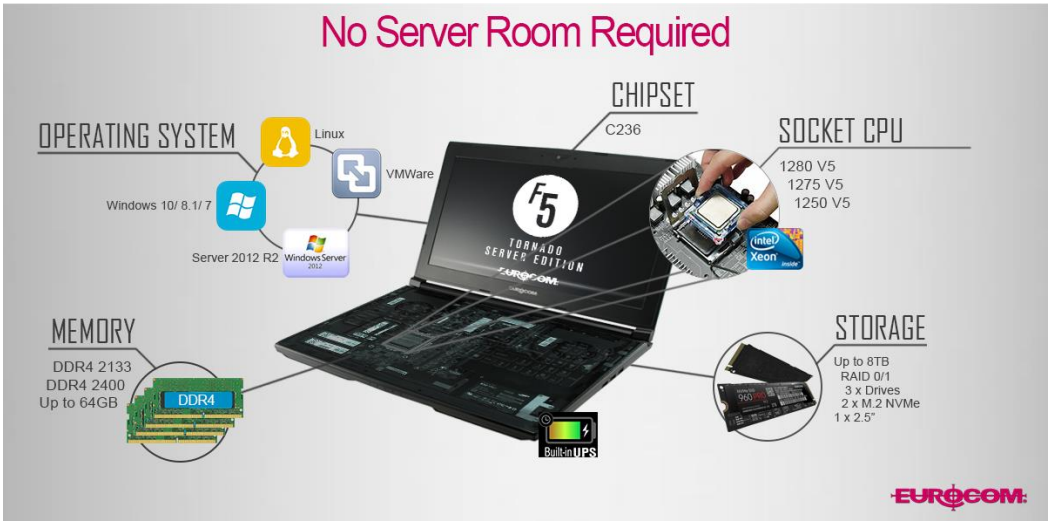


Figure 5 : architecture type d'un serveur mobile « server-on-the-Go » (Source : Eurocom))

Vu sa caractéristique de déploiement à tout moment et n'importe où, une solution serveur « on-the-Go » est convenable pour plusieurs catégories d'usages (surveillance et audit de réseau, développement logiciels et bases de données) et plusieurs catégories d'utilisateurs (formateurs, personnel militaire, professionnel du marketing, etc.). Dotés d'un format miniature, ce qui signifie qu'il comprend un écran intégré, un clavier et un système d'alimentation intégré avec jusqu'à 2,5 heures de sauvegarde, un serveur « On-the-Go » compense les limites des serveurs traditionnels qui sont grands, encombrants et peu portables.

Une Box Nano-serveur tirerait profit des caractéristiques des serveurs et des sites miroirs et de sauvegarde sans être une copie intégrale ni de l'un ni de l'autre. Elle remplirait la fonction d'un serveur miroir dans la mesure où elle constituerait une copie de contenus de portails (ou de parties de portails) francophones institutionnels destinés à des utilisateurs en zones déconnectées ou mal connectées. Elle jouerait aussi le rôle de site miroir de contenus (sites, portails, bases de données) mais dans un rythme de synchronisation régulière décalée (manuelle ou programmé).

L'autonomie (Mini serveur local)

Par définition, un serveur est un ordinateur relié à Internet. Son rôle est de servir, d'où son nom, des données à celui qui lui en demande (terminaux/clients). Ce demandeur peut être un autre serveur ou l'ordinateur d'un utilisateur final. Les données servies peuvent être de toute nature : sons, images, texte, résultats mathématique. Dans une architecture client/serveur, ce dernier est identifié et localisé sur Internet par son adresse IP unique.

Un serveur local, par contre, est un serveur qui peut ne pas être connecté à Internet. Il fonctionnerait simplement sur un ordinateur local et desservirait des terminaux (clients locaux) selon un mode d'adressage IP local. Par cette définition, on est pleinement dans la configuration d'un réseau local d'entreprise (LAN) avec ou sans passerelle vers les réseaux large distance sur Internet.

Dans toute configuration réseau, le serveur central détermine la catégorie du réseau local et ses performances notamment en ce qui concerne les modes d'accès des terminaux et les flux de données avec les réseaux externes.

Dans la configuration recherchée pour la Box Nano-serveur, les deux solutions (locale et distante) sont envisagées bien que la priorité soit donnée à une configuration de serveur local sans exigence de liaison Internet externe. Cette limitation engendre d'autres limitations recherchées notamment des applications serveurs minimalistes, de périphériques d'entrée et de sortie basiques et une consommation d'énergie réduite.

À ce stade, il ne faut pas non plus confondre l'aspect local recherché pour la Box Nano-serveur avec les caractéristiques d'un serveur résidentiel, autogéré ou autonome, qui, dans le jargon informatique courant, est un serveur informatique alternatif qui offre les mêmes services qu'un serveur mutualisée traditionnel avec la différence qu'il dessert des utilisateurs identifiés en dehors de toute activité de commerciale ou de marketing.

Par définition, un serveur « traditionnel » est un « dispositif informatique (matériel ou logiciel) offrant des services à de utilisateurs virtuels ou authentifiés. Un serveur autonome fournit le même type de service (messagerie mail et instantanée, hébergement, blogs, etc.), exception faite que leur fonctionnement n'est pas ouvert librement à une communauté quelconque (qu'elle soit privée ou publique). Les serveurs autogérés recherchent donc à diffuser des informations et des documents en dehors des circuits commerciaux grands publics traditionnels. Ils représentent une initiative visant à démocratiser l'accès à l'information et à la production de contenus en ligne.

Dans l'optique du projet de la Box Nano-serveur, un serveur local est au cœur d'un système d'information qui permettrait de stocker localement des données obtenues auprès d'une pluralité de sources internes et externes. Ce système disposerait d'un dispositif de communication construit autour d'un réseau local avec un dispositif de terminaux communicant par liaison filaire ou par Wifi en mode captif et adaptatif. Le serveur local peut avoir ou non une liaison avec un réseau externe. Il peut aussi se synchroniser avec un ou plusieurs serveurs distants de façon directe (liaison Internet) ou interposée (des mises à jour manuelles en mode différé ou régulières programmées).

L'adaptativité (*Responsive design*)

Il est un facteur nouveau dont les sites Web de nouvelle génération prennent en compte sous l'effet de la généralisation des terminaux mobiles notamment les tablettes et les téléphones portables (smartphones). Il s'agit de la remise en forme automatique des contenus Web et leur adaptation aux dimensions (résolutions) des écrans des terminaux mobiles utilisés. Cette caractéristique est connue sous le nom de « Conception Web responsive ou adaptative » (*Responsive Web Design*)[5]. Elle devient

[5] Plus précisément, la *responsive Web design* est un sous ensemble de *l'Adaptive design* ou diffusion dynamique, qui propose une personnalisation plus poussée.

quasi incontournable dans tous les nouveaux projets de conception de contenus Web et donc doit être retenue pour le projet de la solution Box Nano-serveur.

- ***Définition***

La conception Web adaptative ou responsive (*Responsive Web design*) est une approche de conception Web qui vise l'élaboration de sites pouvant être accessibles de façon optimale pour l'utilisateur qui utilise toute gamme d'appareil qu'elle soit un téléphone mobile, une tablette, une liseuse, un moniteur d'ordinateur de bureau, etc. Une conception réussie d'un contenu responsif implique un minimum de redimensionnement (zoom) automatique, de recadrage et de défilements multidirectionnels de pages qui composent ce contenu.

Pour y parvenir, les applications Web adaptatives utilisent une série de techniques de conception graphique et de développement permettant de créer un site qui s'auto-adapte en fonction de la taille d'écran du terminal de navigation utilisé. Leur objectif consiste à prévoir tous les formats de moniteur et proposer en conséquence des modes de lecture et de navigation pour chacun d'entre eux. Cette capacité fait appel aussi bien à des méthodes de conception ergonomique, notamment pour gérer un redimensionnement dynamique de la mise en page via des règles de pourcentage, qu'à des requêtes de médias (i.e. les *Media Queries*) qui activent des styles CSS différents en fonction de la taille de l'écran utilisé par l'internaute.

Pour rappel, la logique des *Media Queries* (ou requêtes de media) en langage de style CSS.3 consiste à fournir un vaste ensemble de critères précis en utilisant des propriétés et des valeurs numériques ainsi que des combinaisons multiples de ces mêmes critères dans le but de cibler plus finement les périphériques de destination en fonction de leurs capacités d'affichage comme leur largeur, leur hauteur ou leur affichage des couleurs (gabarits de résolutions = breakpoints[6]). Dans le langage de style CSS.3, les *Media Queries* permettent d'adapter la présentation du contenu à une large gamme d'appareils sans changer le contenu lui-même.

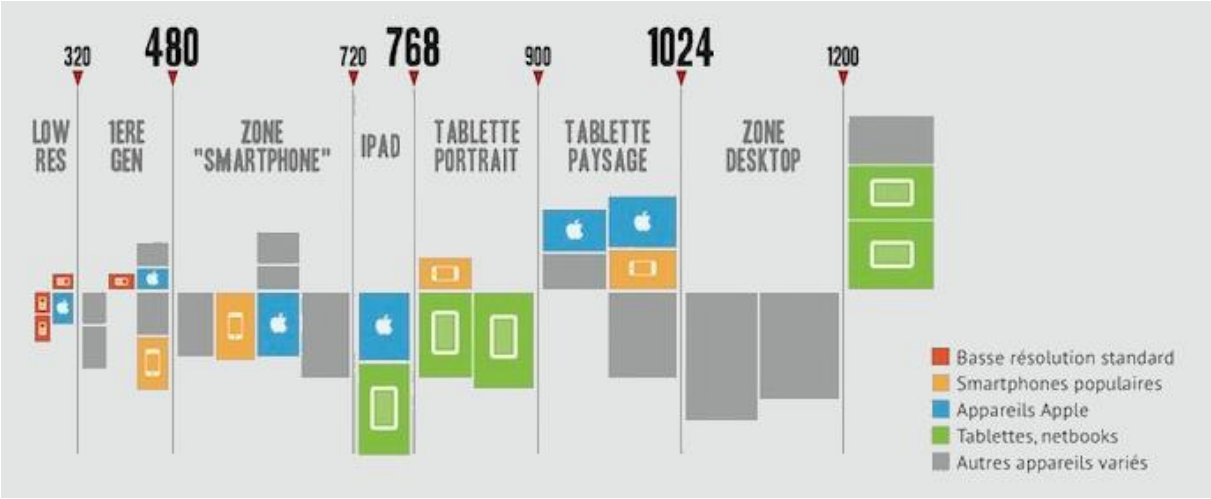


Figure 6 : Types d'écrans et de résolutions en Web design (source : https://www.valraiso.net/responsive-design)

[6] *Breakpoints* : les valeurs en pixels qui définissent les intervalles qui correspondent aux différents gabarits de pages. Intervalles qu'on associe aux différents types de terminaux.

- ***Modalités d'usage***

La technologie *Responsive design* obéit à des règles particulières de mise en œuvre à la fois du côté serveur que du côté client. Pour en faire le point, nous résumerons le contenu d'un billet précis et concis publié sur le blog *Alsacreation* intitulé « *C'est quoi le Responsive Web Design ?* »[7].

Un contenu Web adaptatif peut être distribué selon 3 méthodes : soit un site dédié pour gérer cette technique, ou bien une application native à caractère responsive ou bien une version responsive de site web. Chacune des 3 solutions a des avantages et des inconvénients selon les besoins et les contraintes.

	Responsive	Adaptive	Mobile Dédié
On conserve la même url	Oui monsite.com monsite.com	Oui monsite.com monsite.com	Non monsite.com m.monsite.com
On conserve le même HTML	Oui	Pas toujours Injection dynamique de certains composants HTML (carte, slider, etc.) dans un template responsive	Non Templates HTML crées sur mesure pour une taille d'écran (mobile, tablette, etc.)
On conserve le contenu	Oui	Pas toujours Injection dynamique de certains contenus (images ou blocs supplémentaires) dans un template responsive	Non Certains contenus peuvent ne pas être présentés sur mobile

Figure 7 : les 3 solutions pour diffuser un contenu Web (Source : Raphael, 2014, Alsacreation)

✓ **Un site dédié** :

Les sites dédiés sont conçus séparément pour chacun des différents types de clients utilisés. Chaque version est hébergée sous une URL distincte et contient des fonctionnalités ou des contenus jugés appropriés pour le type de terminal auquel elle est destinée. Un site dédié consiste donc à prévoir autant de versions de contenus que de types de dispositifs supposés l'exploiter : il s'agit généralement d'une version principale pour des PC, une version pour des smartphones, une version pour tablettes, etc. Généralement, un test initial côté serveur détecte le type d'appareil et renvoie vers une adresse web dédiée (les 3 versions ont des URL différentes).

Cette solution permet comme avantages :

- La possibilité d'affiner précisément la structure du site et ses contenus en regard du périphérique utilisé ;
- La possibilité de cibler et de s'adapter à des fonctionnalités variées (notamment le touch) ;
- Peut-être une alternative « rapide », en attendant une refonte complète (et responsive) de son site web.

Cette solution présente toutefois des inconvénients :

- Le contenu dupliqué (« duplicate content ») ;

[7] C'est quoi le Responsive Web Design ? Alsacreation, https://www.alsacreations.com/

- La maintenance de plusieurs versions de site et de plusieurs adresses web (moins facilement indexables par un moteur de recherche) ;
- La détection côté serveur (« UA sniffing ») souvent biaisée ou non à jour.

✓ **Une application native :**

Une application native est un produit développé spécifiquement dans divers « langages » (iOS, Android, WindowsPhone) et qui se télécharge et se référence au sein d'un « Store » (AppStore, Google Play, Windows store).

Parmi ses avantages :

- La prise en charge facilitée de fonctionnalités natives (touch, accéléromètre, notifications, GPS, etc.) ;
- Une installation possible sur son périphérique ;
- Une totale « acclimatation » au périphérique (ergonomie, performances, densité de pixels) ;
- La présence de sa marque sur l'AppStore (pour ne citer que lui) et de pouvoir disposer d'un « raccourci » sur le smartphone de l'utilisateur.

Ses inconvénients majeurs sont notamment :

- Un développement spécifique dans plusieurs langages (propres à iOS, Android, WindowsPhone, etc.) ;
- Le coût du développement, des licences, et de la maintenance pour chaque système d'exploitation ;
- Un contenu non indexable par un moteur de recherche web classique ;
- La mise à jour de l'application nécessite une action de l'utilisateur.

✓ **Une version responsive :**

Le design responsif ou réactif est une technique de développement qui détecte le type de client et ajuste dynamiquement la disposition d'un site en fonction de la taille de l'écran sur lequel il est affiché. Ainsi, le même contenu peut être affiché dans un format à trois colonnes sur un PC, un format à deux colonnes sur une tablette et un format à une seule colonne sur un smartphone.

À l'heure où des centaines de tailles et formats d'écrans différents se connectent à chaque instant, la méthode du *Responsive Web design* apparaît comme la « solution de facilité » en vertu de son objectif principal : s'adapter à tout type d'appareil de manière transparente pour l'utilisateur. Elle présenterait bien des atouts :

- Des coûts et des délais généralement inférieurs aux techniques citées précédemment ;
- Une maintenance de projet facilitée (une seule feuille de style, un seul fichier HTML, etc.) ;
- Une mise à jour transparente et un déploiement multiplateformes ;
- Le Responsive peut être envisagé après la conception initiale du site (même si ce n'est pas l'idéal) ;

- L'un des avantages indéniables depuis quelques temps est que Google met en avant les sites « adaptés au mobile » au sein de ses résultats de recherche[8].

Mais elle présente aussi des inconvénients :

- De bonnes connaissances techniques, et une veille technologique constante, sont indispensables
- Il est nécessaire de prévoir des tests nombreux et variés tout au long du projet (« *device labs* », simulateurs) ;
- Il est difficile de contourner les limites ergonomiques et de performances des navigateurs web ;
- Faire du responsive, c'est… plus long que de ne rien faire (25% du temps supplémentaire).

Au final, le *Responsive Web design* est une solution parmi d'autres et ne doit pas être considérée comme la seule alternative ni une « solution incontournable à tous les cas de figure de l'utilisation e la Box Nano-serveur. Il est fréquent d'utiliser les différentes méthodes à la fois, par exemple un site à la fois dédié et responsive, ou un site responsive garni de certaines détections côté serveur, etc.

Le modèle envisagé de la Box Nano-serveur devrait être conçu sur la base d'un mini-serveur local, mobile et adaptatif, monté en réseau local pour desservir des utilisateurs d'une institution peu ou pas du tout connectée à l'Internet. Cette configuration nécessite a priori des connexions Intranet en mode Wifi. Elle doit aussi prévoir des solutions responsive et adaptatives puisque les terminaux mobiles sont de plus en plus courantes et diversifiées et constituent désormais une alternative de connexion bien réelle même en milieux peu ou pas connectés.

L'authentification (les portails captifs)

Avec le nombre croissant de périphériques connectés, une authentification fiable de la machine est cruciale pour permettre une communication sécurisée dans des domaines sensibles comme la banque en réseau, les services publics en ligne, etc. Dans le scénario de l'Internet des objets, par exemple, presque toute entité ou objet imaginable peut être adressé et peut échanger des données sur un réseau. Il est important de se rendre compte que chaque point d'accès est un point d'intrusion potentiel et que chaque périphérique en réseau a besoin d'une authentification solide. L'authentification est une étape de sécurisation qui peut s'appliquer à travers plusieurs techniques dont les portails captifs.

Portails captifs : mode opératoire

Un portail captif est un élément matériel ou software qui vient s'intégrer dans un réseau et qui, pour chaque nouvelle connexion (filaire ou Wifi) va rediriger les utilisateurs vers une page d'accueil où ils devront entrer un nom d'utilisateur et un mot de passe. Une fois ces informations récupérées et validées, le portail captif autorise la connexion qui est normalement sécurisée par une couche SSL (Secure Sockets Layer) grâce au protocole HTTPS, un protocole qui garantit l'inviolabilité de la transaction. « Les identifiants de connexion (Login et Mot de passe) sont stockés dans une base de données qui est hébergée localement ou sur un serveur distant. Une fois l'utilisateur authentifié, les

[8] Google Blog officiel pour Webmasters. Aider les internautes mobiles à trouver des pages adaptées à leur appareil, https://webmaster-fr.googleblog.com/2014/11/internautes-mobiles-pages-adaptees-mobile.html

règles de firewall le concernant sont modifiées et celui-ci se voit autorisé à utiliser son accès Internet pour une durée fixée par l'administrateur. À la fin de la durée fixée, l'utilisateur se verra redemande ses identifiants de connexions afin d'ouvrir une nouvelle session »[9].

Sur le plan technique, un portail captif se décompose en 3 éléments essentiels :

- Le portail captif en lui-même (exemple Coova, Chilli) ;
- Un serveur web (Exemple Apache2) ;
- Un serveur d'authentification (Exemple FreeRadius & MySQL et/ou LDAP).

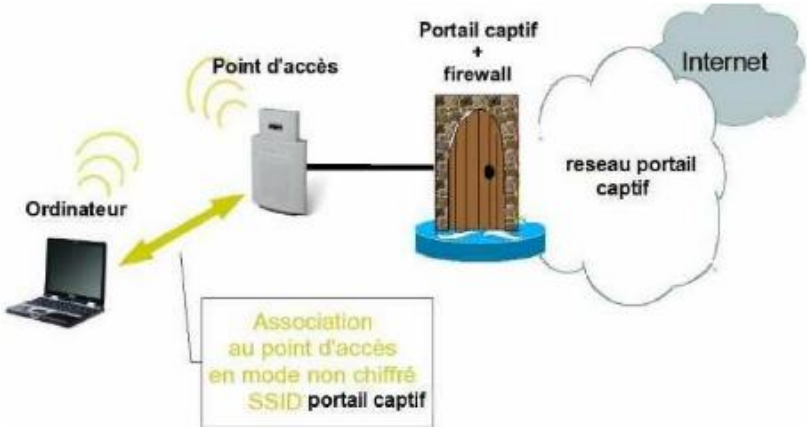


Figure 8 : schéma de fonctionnement d'un portail captif (Source : Patrice Essomba, IUT DE DOUALA)

D'un point de vue de la procédure de fonctionnement, le portail captif suit la logique suivante :

- L'utilisateur ouvre une page Internet : il est intercepté par le portail captif ;
- L'utilisateur est redirigé vers la page d'authentification du portail captif ;
- L'authentification est vérifiée ;
- Le paramétrage de la session est renvoyé au client (si l'authentification a réussie) ;
- L'utilisateur accède à Internet normalement.

Un portail captif simple oblige l'utilisateur à regarder au moins une page de politique d'utilisation (charte), puis à cliquer sur un bouton indiquant un accord sur les termes de la politique. On peut supposer que cela peut aider à exonérer le fournisseur de la responsabilité dans le cas où l'utilisateur commet une activité illégale ou techniquement dangereuse lors d'une connexion. Dans certains portails captifs, des publicités pour les sponsors du fournisseur sont affichées, et l'utilisateur doit faire un clic sur celles-ci ou fermer les fenêtres où elles apparaissent avant d'accéder au réseau.

Certains portails captifs nécessitent l'entrée d'un identifiant et d'un mot de passe préalablement attribués avant d'accéder. Une telle authentification peut décourager l'utilisation de Hot spots sans fil comme relais pour exercer des activités illégales. La plupart des serveurs avec des portails captifs incluent des programmes anti-virus et un pare-feu pour protéger les ordinateurs des utilisateurs les uns des autres.

Même lorsqu'un simple portail captif est utilisé dans un réseau public gratuit, certaines personnes peuvent se connecter à plusieurs reprises, en utilisant le réseau sur une base presque continue pour télécharger de la musique, des vidéos ou d'autres fichiers volumineux. Cette activité, appelée

[9] Patrice Essomba, « Implémentation d'une infrastructure sécurisée d'accès Internet : portail captif ». Mémoire de licence professionnelle, IUT DE DOUALA, 2009

location de bande passante, peut être minimisée par une programmation supplémentaire dans le portail captif. Une telle programmation peut contrôler la vitesse de téléchargement des fichiers volumineux, limiter la taille de fichiers pouvant être téléchargés, restreindre le nombre de téléchargements pouvant se produire en une seule session ou bloquer la connexion à des sites Web couramment utilisés pour télécharger de gros fichiers. C'est ce qu'on appelle l'étranglement de bande passante ou le façonnage du trafic[10].

Cette technique est apparue avec l'avènement des Hot spots qui redirigent les connexions WWW vers une page web d'authentification. Ces portails sont utilisés par les fournisseurs d'accès internet (FAI) et leur mode d'authentification constitue une alternative légère et plus simple à utiliser pour les clients néophytes que l'authentification RADIUS (802.1x)11. C'est pourquoi elle est couramment utilisée sur les réseaux Wi-Fi ouverts.

- ***Types de portails captifs***

Il existe de nombreux types de portails captifs adaptés à tous les besoins et à tous les budgets. On les classifie généralement selon leurs types de licence libre ou propriétaire.

Parmi les logiciels de portails captifs les plus courants sont :

Open source	*Propriétaire*
ChilliSpot – http://www.chillispot.info	FirstSpot (for Windows) – http://patronsoft.com/firstspot/
Opennac – http://www.opennac.org	antamedia (hotspot manager for windows) – http://www.antamedia.com/
Wifidog – http://dev.wifidog.org	polkaspots – http://polkaspots.com/
PacketFence – http://www.packetfence.org	MyHotspot – http://mypublicwifi.com/myhotspot/en/index.html
CoovaChilli – http://coova.org	Whizzwifi – http://whizzwifi.com/
Utangle – http://www.untangle.com	Facepoint – http://www.facepoint.me/
pfSense – http://www.pfsense.org	IronWIFI – https://www.ironwifi.com/
PepperSpot – http://pepperspot.sourceforge.net	Alepo WiFi Captive Portal – http://www.alepo.com/products-services/wifi-captive-portal/
Zeroshell – http://www.zeroshell.net/eng/	
m0n0wall – http://m0n0.ch	
Kattive – http://www.kattive.it	
EasyHotSpot – http://easyhotspot.inov.asia/	
GRASE Hotspot – http://grasehotspot.org	
BrazilFW – http://www.brazilfw.com.br	
Alcasar – http://www.alcasar.net/en	

Tableau 1 : liste des portails captifs les plus courants

Dans cette large panoplie d'offres présentant toutes des avantages et inconvénients différents, comment réussir à faire son choix ?

---

[10] Margaret Rouse. *Captive portal*, 2005. http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/captive-portal

[11] *Remote Authentication Dial-In User Service* : un protocole client-serveur permettant de centraliser des données d'authentification.

Tout d'abord il est nécessaire de faire une analyse de ses besoins et de ses attentes concernant le portail captif à mettre en place. Il faut déterminer ensuite la technologie à mettre en place, Open source ou propriétaire. La solution propriétaire sera plus onéreuse mais aura, dans la majorité des cas, des fonctionnalités plus avancées.

Un portail captif open-source aura quant à lui de plus grande capacités de modifications ainsi qu'une structure économique plus intéressante. Il faut également déterminer si l'on souhaite uniquement un portail captif ou également mettre en place un Firewall ou un routeur. Certains portails captifs tels que Pfsense incluent ces fonctionnalités qu'il faut juste configurer en plus du portail captif[12].

Une Box Nano-serveur, bien que proposant des services et des données à caractères scientifiques et éducatifs, contiendrait aussi des données personnelles et des informations pouvant être confidentielles ou protégées par des droits d'auteur. Elle devrait donc être protégée en proposant un accès sécurisée, authentifié par un mécanisme de sécurité via un portail captif.

[12] Qu'est-ce qu'un portail captif wifi ? Le guide des portails captifs wifi. http://www.portail-captif-wifi.com/

■ Options de mise en place d'une box Nano-serveur

Avant de revoir les alternatives techniques du montage de la Box Nano-serveur, il est nécessaire d'explorer davantage les options de l'environnement dans lequel cette Box Nano-serveur sera déployée et exploitée.

Deux options majeures sont à étudier :

1. Une mise à jour régulière du système d'information (logiciels et données) de la Box Nano-serveur sans besoin de connexion Internet ;
2. Une infrastructure légère, peu couteuse et facile à installer dans un environnement déconnecté.

Option 1 : Mise à jour régulière d'un système d'information sans connexion Internet

L'enjeu majeur d'une Box Nano-serveur est de desservir une communauté de pratique non connectée en information de qualité, régulièrement mise à jour à partir de portails institutionnels francophones. Par cette fonction, la Box Nano-serveur jouerait un rôle primordial pour décloisonner des institutions et des acteurs universitaires francophones en mal de connexion (bas débits), voire entièrement déconnectés.

Or, pour assumer cette tâche, il est nécessaire de donner réponses aux interrogations suivantes :

- Comment un système sans connexion Internet peut-il être régulièrement mis à jour ?
- Existe-t-il un moyen d'automatiser la vérification et l'installation de nouvelles mises à jour ?
- Comment l'installation / mise à niveau hors-ligne des données peut-elle être effectuée sans se connecter à Internet ?
- Est-il possible d'obtenir une liste des données à mettre à jour sur le système sans connexion Internet ?
- Comment réparer le système sans connexion Internet ?

Plusieurs solutions techniques existent aujourd'hui pour gérer ces aspects liés essentiellement à la mise à jour des systèmes d'exploitation (OS) dans un réseau interne sans connexion Internet. Ces solutions répondraient directement à la dernière question posée ci-avant, mais nous pouvons néanmoins en exposer quelques-unes comme alternatives potentielles pour des mises à jour de données.

Deux solutions courantes sont bien connues, l'une du domaine libre proposée par Red Hat (environnement Linux) et l'autre proposée par Microsoft (environnement WSUS/Windows Server Update Services). Ci-après sont passées en revue les grandes lignes de ces deux solutions :

- ***RED HAT, une solution en logiciel libre***

Red Hat est le premier fournisseur mondial de solutions logicielles *Open Source*, s'appuyant sur une approche communautaire pour fournir des technologies de cloud, de virtualisation, de stockage, de middleware et un système d'exploitation Linux® fiables et performants.

Red Hat propose une solution qui fournit une énorme bibliothèque de solutions qui nécessitent un environnement spécifique composé de :

- Red Hat Enterprise Linux (sans connection Internet) ;
- Red Hat Network (RHN) ;
- Red Hat Subscription Manager (RHSM) ;
- Red Hat Network Satellite.

Selon l'environnement technologique concerné, Red Hat propose différentes approches pour la mise à jour d'un système hors ligne[13].

➔ ***Approche 1: Red Hat Satellite***

Red Hat Satellite est un outil de gestion de l'infrastructure informatique utilisé principalement pour surveiller et gérer les environnements Linux de Red Hat Enterprise[14]. Red Hat Satellite fait partie de l'ensemble des quatre pièces de gestion de systèmes Red Hat pour l'informatique d'entreprise, qui comprend également « *Ansible* », « *CloudForms* » et le service « *Red Hat Insights* ».

Pour cette option de mise à jour sans connexion Internet, un serveur Red Hat satellite reçoit les derniers paquets des référentiels Red Hat. Les systèmes clients se connectent alors au satellite et installent les mises à jour en question.

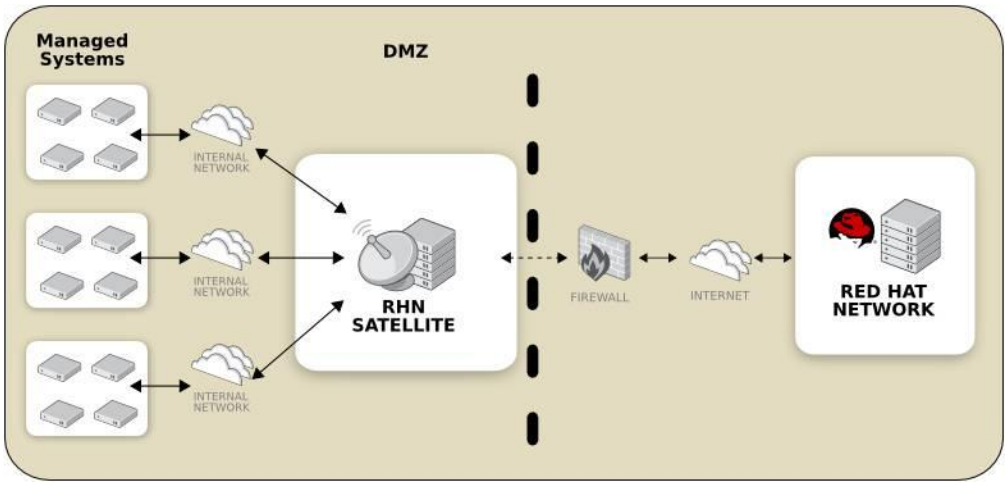


Figure 9 : Architecture d'un Red Hat Satellite server (Source : https://www.learnitguide.net/2015/06/whats-is-red-hat-satellite-6-server.html, 2015)

La capacité principale de Red Hat Satellite est la gestion de cycles de vie selon quatre principes clés :

- ***Approvisionnement centralisé*** : les administrateurs peuvent centraliser et standardiser l'approvisionnement sur plusieurs plates-formes, y compris les environnements virtualisés, les nuages publics, les nuages privés et le métal nu ;

[13] RedHAT, "How can we regularly update a disconnected system (A system without internet connection)?", https://access.redhat.com/solutions/29269

[14] Daniel Macpherson, Lana Brindley, Athene Chan, "Red Hat Network Satellite 5.5. Guide d'installation, Red Hat Network Satellite, Édition 3". Red Hat Engineering Content services. https://access.redhat.com/documentation/fr-FR/Red_Hat_Network_Satellite/5.5/html-single/Installation_Guide/index.html

- ***Gestion du logiciel*** : Red Hat Satellite gère les correctifs logiciels et les mises à jour afin d'assurer la cohérence et la disponibilité du système. Les administrateurs peuvent utiliser Satellite pour gérer le logiciel de la phase de développement à la production ;
- ***Gestion de la configuration du système*** : Satellite fournit un emplacement central pour les administrateurs de configurer les systèmes Red Hat. Ils peuvent également utiliser l'outil pour identifier et réduire la dérive de configuration ;
- ***Gestion des abonnements*** : le satellite fournit une visibilité aux abonnements aux produits Red Hat, permettant aux administrateurs de suivre l'utilisation.

Cette solution présente quelques avantages :

- L'installation des mises à jour peut être automatisée ;
- Une solution entièrement prise en charge ;
- Elle fournit une sélection concernant les mises à jour mises à disposition et installées ;
- Satellite peut fournir des référentiels pour différentes versions majeures de produits Red Hat.

Mais aussi quelques inconvénients :

- Un abonnement est requis pour la configuration et la maintenance du serveur satellite. En mai 2017, le prix est estimé à 10 000 par an !

Pour en savoir plus sur Red Hat et Satellite, consulter les liens suivants :

- Réseau Red Hat Satellite : https://www.redhat.com/red_hat_network/
- Mise à jour d'un réseau Red Hat Satellite : https://access.redhat.com/knowledge/node/33279
- Guide d'installation Red Hat Network Satellite, Édition 3 : https://access.redhat.com/documentation/fr-FR/Red_Hat_Network_Satellite/5.5/html-single/Installation_Guide/index.html

➔ ***Approche 2 : Télécharger les mises à jour à partir d'un système connecté***

Si un second système similaire existe quelque part, contenant les mêmes ressources installés (le même profil de package) et si ce second système peut être activé/connecté au réseau Red Hat, alors le deuxième système peut télécharger les paquets de mise à jours applicables (*errata packages*).

Cette approche peut être à la base d'une mise à jour de données pour la Box Nano-serveur via un portail distant, mais à condition de placer en intermédiaire des routines de comparaison de contenus pour ne décharger que les plus récents. Or, l'une des options majeures de la Box Nano-serveur est de fonctionner en milieu où la connexion n'est pas régulière, voire inexistante.

➔ ***Approche 3 : Mise à jour avec des supports de diffusion mobiles***

Pour Red Hat, des DVD contenant des versions avec des mises à jour mineures sont disponibles. Ces supports distribués par Red Had ou proposés, par exemple, via http peuvent être utilisés directement sur le système cible pour effectuer des mises à jour.

Pour une Box Nano-serveur, cette méthode serait assez lourde puisqu'elle implique une production périodique d'un contenu différencié qu'il faut distribuer soit sur des supports mobiles (DVD, USB)

soit sur des serveurs (FTP ou HTTP). Les deux alternatives rencontreraient des obstacles à la régularité des mises à jours recherchée. Elles rendraient surtout la mise à jour difficile à automatiser.

➔ ***Approche 4 : Téléchargement et installation manuelle des mises à jour***

Il est toujours possible de procéder manuellement au déchargement des mises à jour et leurs installations sur la Box Nano-serveur. Cette possibilité n'est point recommandée pour les inconvénients suivants :

- Un travail humain ne pourra jamais être exhaustif dans le repérage des données actualisées. Elle nécessite un suivi et une validation ;
- Une mise à jour manuelle est chronophage et nécessite un travail à temps plein. Elle est donc couteuse ;
- Une mise à jour manuelle ne saurait être régulière.

➔ ***Approche 5 : Créer un entrepôt local synchronisé***

L'une des solutions de Red Hat est de créer un entrepôt local synchronisé où sont récupérées des copies intégrales des entrepôts distants[15].

Parmi les avantages de cette approche pour une Box Nano-serveur, c'est qu'elle peut être entièrement automatisée. Elle permet aussi de fournir une copie locale des données à synchroniser qu'il est possible de nettoyer et valider avant de les proposer au public.

Elle présente néanmoins quelques inconvénients. Elle ne permet pas, par exemple, de distinguer les données récentes de celles déjà en local, à moins que cette fonction soit programmée. Elle ne pourra pas non plus gérer les versions des documents distants et en local.

- ***Windows Server Update Services (WSUS) : une solution Microsoft***

Windows Server Update Services (WSUS) est un service permettant de distribuer les mises à jour pour Windows et d'autres applications Microsoft sur les différents ordinateurs fonctionnant sous Windows au sein d'un parc informatique.

WSUS est suffisamment souple pour répondre aux besoins de gestion de la mise à jour d'un large éventail d'organisations - des petites entreprises avec une connexion à distance aux entreprises les plus importantes, avec des milliers d'utilisateurs distribués sur plusieurs sites. En fonction de la taille de l'organisation, de son emplacement et de son infrastructure de connectivité, les administrateurs peuvent déterminer le moyen le plus efficace d'étaler leurs serveurs WSUS ; La documentation en ligne de Microsoft prévoit des scénarios multiples de mise à jours : un serveur unique (réseau de petite taille), plusieurs serveurs WSUS (réseau de taille moyenne) ou des serveurs WSUS déconnectés (connectivité Internet limitée ou restreinte)[16].

---

[15] How to create a local mirror of the latest update for Red Hat Enterprise Linux 5, 6, 7 without using Satellite server?. https://access.redhat.com/solutions/23016
[16] WSUS Deployment Scenarios, https://technet.microsoft.com/de-de/library/cc708628(v=ws.10).aspx

Cette dernière configuration nous intéresse comme cadre de comparaison avec la Box Nano-serveur envisagée.

Pour Microsoft, si la politique d'entreprise ou d'autres conditions limitent l'accès informatique à Internet, les administrateurs peuvent configurer un serveur interne exécutant WSUS (Figure 10).

Dans cet exemple, un serveur est créé. Il est connecté à Internet mais reste isolé de l'intranet. Après avoir téléchargé, testé et approuvé les mises à jour sur ce serveur, un administrateur exporterait ensuite les métadonnées et le contenu de la mise à jour vers un CD puis, à partir du CD, importerait les métadonnées et le contenu de la mise à jour vers les serveurs exécutant WSUS dans l'intranet. Bien que la figure suivante illustre ce modèle sous sa forme la plus simple, il pourrait être mis à l'échelle dans le déploiement de toute taille.

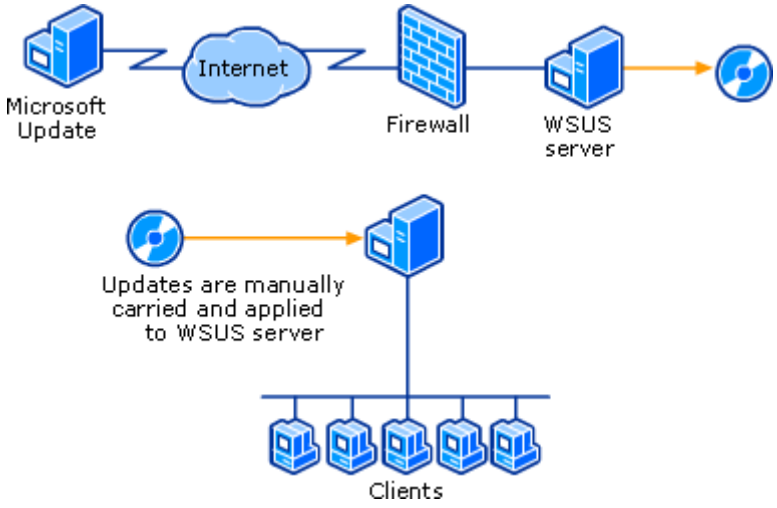


Figure 10 : configuration WSUS déconnecté ou à connectivité Internet limitée ou restreinte (Source : Microsoft)

Pour la Box Nano-serveur, cette configuration Windows Server reste également non envisageable vue sa complexité technique, la lourdeur de l'engagement humain pour la faire tourner et la maintenir et la complication du processus de distribution du support mobile de mise à jour qu'il faut expédier régulièrement depuis le point de sa production (portail source) jusqu'à l'emplacement de la Box.

Le facteur de la connectivité absente ou limitée reste un facteur déterminant pour une Box Nano-serveur. Celle-ci pourrait pourtant, selon son environnement technologique d'usage, adopter l'une ou l'autre des configurations de Red Hat ou de Microsoft. Or, les deux modèles restent complexes même dans leurs scénarios les plus basiques et nécessitent aussi des moyens et des ressources qui sont au-delà des moyens et de ressources prévues pour sa conception et son usage. Une Box Nano-serveur nécessiterait une solution plus modeste, à base d'infrastructure légère et simple à installer et à administrer. C'est donc la solution d'un mini ou d'un nano serveur qui reste à explorer.

Option 2 : une infrastructure légère, peu couteuse et facile à installer dans un environnement déconnecté

De quoi parle-t-on dès qu'il s'agit d'infrastructure réseau légère ? À une autre époque, on évoquerait immédiatement les mini-ordinateurs qui étaient à l'origine d'une catégorie d'ordinateurs de milieu de gamme, intermédiaires entre les ordinateurs centraux (mainframe) et les micro-ordinateurs, populaire dans les années 1970. Ensuite sont venus les ordinateurs de bureau (Desktop) puis les ordinateurs portables (Laptop) dotés de puissances de calcul suffisantes pour faire office de serveur.

Aujourd'hui, une nouvelle gamme de machines super légères prend le relai : ce sont les ordinateurs à cartes uniques ou mono-cartes, aussi appelés nano-ordinateurs.

- ***Caractéristiques d'un ordinateur à carte unique (nano-ordinateur)***

Un *Nano-computer* est le nom logique d'un ordinateur plus petit que le micro-ordinateur, qui est plus petit que le mini-ordinateur. Il est de plus en plus utilisé pour désigner des périphériques informatiques généraux de taille comparable à une carte de crédit ; d'où son nom d'ordinateur mono-carte (abrégé parfois SBC, de l'anglais Single-Board Computer) ou ordinateur à carte unique.

Figure 11 : architecture compacte d'une carte d'ordinateur mono-carte (Source : http://4k.com)

✓ ***Architecture***

Un ordinateur à carte unique est construit sur une seule carte de circuit imprimé principale qui comprend généralement un microprocesseur (ou plusieurs), une RAM et des interfaces d'entrée/sortie. Ce sont les seules exigences minimales pour avoir un ordinateur entièrement fonctionnel

Les ordinateurs à carte unique sont conçus différemment des ordinateurs de bureau ou personnels standard qui ont généralement des composants distincts connectés par des câbles à une carte de circuit centrale. Les ordinateurs mono-cartes sont complètement autonomes, utilisent souvent une large gamme de microprocesseurs et ont une densité accrue pour les circuits intégrés. Ils sont actuellement disponibles dans deux configurations, notamment avec support de fentes (slots) ou sans support de fentes.

Les ordinateurs mono-cartes ont de nombreux avantages. Leurs caractéristiques techniques sont bien intégrées car presque tout est natif de la machine. Des fentes sont souvent fournies pour l'interconnexion, et des configurations de créneaux et des bas-fonds sont disponibles. Les SBC peuvent facilement être produits et avoir un temps de mise sur le marché rapide par rapport aux ordinateurs personnels ou aux ordinateurs portables. Ils sont plus légers, de taille compacte, plus fiables et beaucoup plus performants que les ordinateurs multicartes.

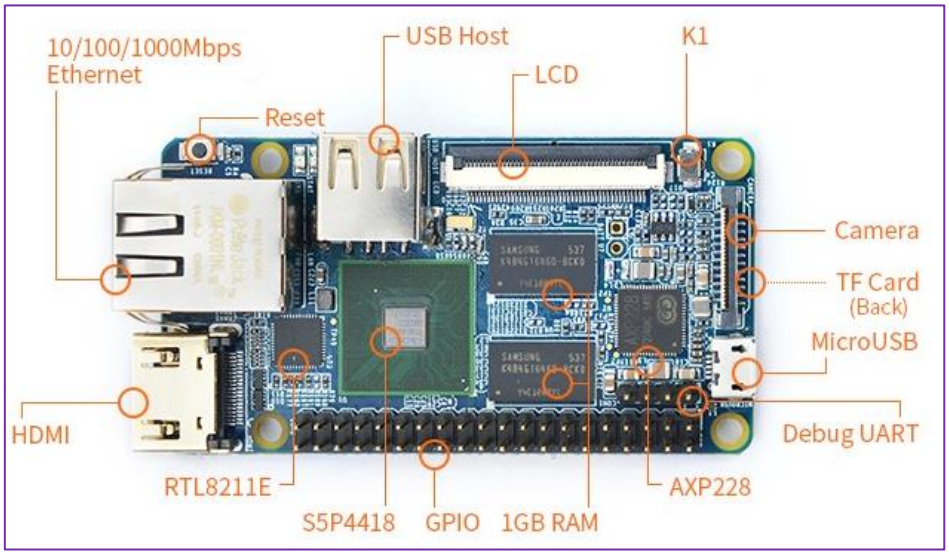


Figure 12 : Architecture d'une carte RaspBerry PI 3 (Source : CXT.VN - NanoPi 2 Fire[17])

✓ ***Fonctionnement***

Comme tout ordinateur, l'ordinateur mono-carte fonctionne à base d'un système d'exploitation que l'on installe sur un support de stockage persistant. Classiquement, on utilise un système d'exploitation de la famille des GNU/Linux sur une carte SD.

Une fois installé et paramétré, on peut connecter à la carte un clavier, un écran et une souris pour les utiliser comme pour un ordinateur classique. Il est également possible d'accéder à la carte à travers le réseau et interagir directement avec/à travers elle à partir de n'importe quel emplacement du réseau.

Une fois que l'on se fait bien la main sur Linux, il est aisé de mettre en place de petits services sur un réseau : monitoring de serveur, centralisateur de logs, serveur smtp privé, serveur d'impression (peut être pratique si vous utilisez de multiples machines sous différents systèmes d'exploitation pour faire abstraction des driver de l'imprimante). Mais l'avantage d'un serveur mono-carte est principalement de pouvoir faire tourner en continue des services ne nécessitant pas trop de ressources et cela pour une dépense énergétique modérée.

✓ ***Utilisation***

Les ordinateurs à carte unique sont principalement utilisés dans les applications intégrées utilisées dans les applications de contrôle de processus, comme des systèmes robotiques complexes. Ils sont souvent considérés comme une excellente alternative aux microcontrôleurs.

[17] NanoPi 2 Fire, http://linhkien.cxt.vn/1630-nanopi-2-fire.html

Cependant, les ordinateurs mono-cartes ont également leurs limites. Leur format standard peut ne pas convenir ou être adapté aux besoins particuliers d'un client. Ils peuvent également être difficiles à utiliser pour les applications nécessitant une élimination des câbles ou l'utilisation de connecteurs spéciaux d'entrée / sortie. Bien qu'ils soient disponibles avec un large éventail de capacités, certains ordinateurs mono-cartes sont lents et limités par rapport aux ordinateurs personnels, car ils sont utilisés pour contrôler des processus simples.

Les ordinateurs mono-cartes sont aujourd'hui suffisamment pratiques pour constituer le socle de base de nano-serveurs ; c'est ce qui sera développé plus loin comme option pour une Box Nano-serveur.

■ Quelle solution pour une Box Nano-serveur ?

Plusieurs produits sur le marché des nano-serveurs peuvent répondre aux exigences recherchées pour une Box Nano-serveur. Le choix d'une solution ou d'une autre dépendra de plusieurs critères notamment les besoins en services d'information et de communication attendus d'un tel dispositif, les moyens disponibles pour le déployer et les stratégies de son optimisation pour atteindre ses objectifs.

Avant de procéder au choix d'une solution de nano-serveur convenable, il serait opportun de regarder d'abord du côté des solutions proposées par les grands opérateurs du domaine. À ce titre, la solution *Windows Nano-server,* qui se fait parler tant d'elle comme extension Microsoft de *Windows Server 2016,* s'impose comme un produit à examiner de plus près.

▸ *Windows Nano Server* : le nano serveur de Microsoft

Nano Server est la nouvelle option d'installation de *Windows Server 2016.* Jeffery Snover, architecte principal pour Windows Server, est rapporté avoir déclaré que « Nano Server est le meilleur changement pour Windows Server depuis *Windows NT*. Ce système d'exploitation de petite taille est configuré uniquement avec les composants installés. L'un des plus grands changements avec cette version de *Windows Server*, est qu'il n'y a aucune interface graphique, interface de connexion ou une capacité quelconque de gestion de bureau à distance. *Nano Server* est plutôt géré via *PowerShell Remoting* et *WMI* [*Windows Management Instrumentation*] »[18]. Pour l'illustrer, sous *Windows Server 2016*, des fonctions simples, telles que DNS ou DHCP, s'accompagnent d'une installation serveur à interface graphique de plus de 20 Go. *Windows Server Core* a permis de remédier à ce problème, et c'est maintenant au tour de *Nano Server* de poursuivre cette évolution.

Nano server est proposée aux fournisseurs de services et aux entreprises pour déployer des nuages privés encore plus rapides, de manière plus sécurisée et avec moins de charges. *Nano-server* a été conçu pour être d'environ 1/20 la taille de *Windows Server Core*, avec uniquement des composants « essentiels » du serveur.

L'espace de stockage requis pour l'installation de *Nano Server* est fortement réduit par la suppression de fonctionnalités telles que l'interface utilisateur, la compatibilité 32-bit, et le soutien MSI. Le résultat est une version allégée de *Windows Server* qui peut exécuter un sous-ensemble d'applications et de services avec plus d'efficacité avec 61 Mo de mémoire utilisée contre 139 Mo auparavant, une empreinte sur le disque 20 fois plus légère que l'installation classique de 400 Mo, et une durée d'installation de 40 secondes au lieu de 300 secondes[19].

Windows nano-server est spécifiquement orienté vers trois rôles de serveur : Hyper-V, serveur d'applications cloud-native, et serveur de fichiers *scale-out*. Dans chaque cas, et en raison de son faible encombrement, l'objectif de *Nano server* est de fournir une évolutivité et une efficacité à

---

[18] Orellana Luke, "6 Benefits Nano Server Will Bring to Hyper-V", Altaro, 26 Mai 2015. http://www.altaro.com/hyper-v/6-benefits-nano-server-will-bring-hyper-v/

[19] Jean-Yann MASSOL, "Microsoft nano server 2016 : le renouveau de Window", *Supinfo In ternational university*. https://www.supinfo.com/articles/single/1852-microsoft-nano-server-2016-renouveau-windows-server-2016

grande échelle sur le déploiement de machines virtuelles sur un seul hôte en un court laps de temps et d'installer des applications de conteneurs[20] en quelques minutes. Avec *Nano Server*, Microsoft repart sans le traditionnel « .Net » pour une gestion à distance pilotée par des scripts automatisés et du code plutôt que par des outils d'administration conventionnels.

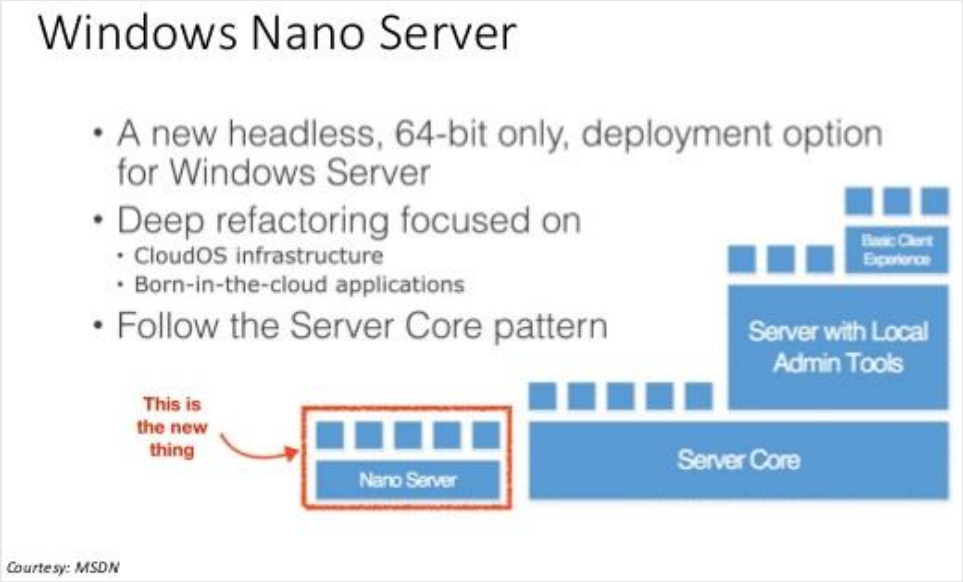


Figure 13 : L'innovation Microsoft nano server (Source : Life on IT Blog)

Pour Microsoft, *Nano server* constitue « *un système d'exploitation spécialement conçu pour exécuter des applications et des conteneurs basés sur le cloud* »[21]. De ce fait, il est conçu pour exécuter des services et être géré de manière complètement à distance. Peu gourmand en espace disque et en code, le *nano server* ne devrait réclamer que peu de correctifs et de maintenance, ce qui en fait, selon Microsoft, une solution idéale pour ce type d'environnements.

- ***Comment déployer Windows nano server ?***

Contrairement à d'autres versions de Windows, Nano Server n'a pas d'option d'installation dans le *Setup Wizard* de Windows Server 2016. Par contre, on peut procéder à son installation en créant un disque dur virtuel (VHD) sur un autre ordinateur à partir de *PowerShell*, puis ce VHD peut être utilisé pour créer Hyper-V VM (*Windows Server Virtualisation*) ou un lecteur de démarrage pour un serveur physique.

Le disque Windows Server 2016 inclut le répertoire Nano Server qui contient l'image Nano Server, un module Power Shell et des fichiers de paquets pour les rôles et les fonctionnalités :

---

[20] La technologie des conteneurs révolutionne l'infrastructure. Elle permet aux architectures applicatives d'évoluer vers un modèle distribué de microservices optimisé pour piloter des processus de déploiement continu sans couture. La technologie des conteneurs légers (représentée le mieux par Docker) révolutionne le domaine de l'infrastructure. Les architectures applicatives opèrent leur transition vers un modèle distribué de microservices pour permettre l'ajout rapide ou la modification d'une logique business à valeur ajoutée afin de mieux satisfaire l'utilisateur final.

[21] Wilson Brandon, "Deploying and Configuring Windows Nano Server 2016 TP4", *Microsoft Server & Tools Blogs*, Avril 2016. https://blogs.technet.microsoft.com/askpfeplat/2016/04/26/deploying-and-configuring-windows-nano-server-2016-tp4/

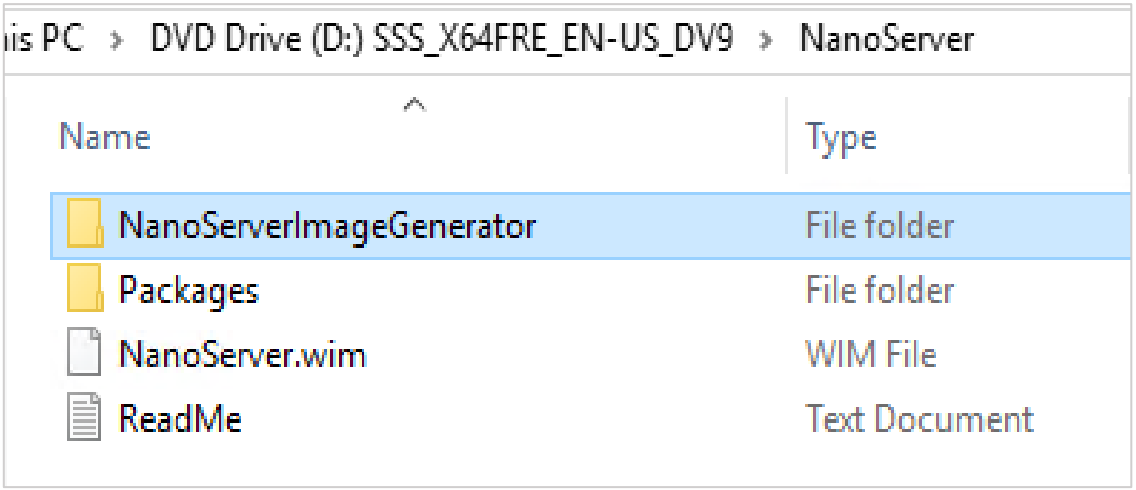


Figure 14 : Windows Server 2016 inclut le répertoire Nano Server

Le générateur d'images Nano Server est un outil qui permet de créer une image Nano Server personnalisée et un support USB démarrable à l'aide d'une interface graphique. En fonction des entrées fournies, il génère des scripts *PowerShell* réutilisables qui permettent d'automatiser facilement les installations de Nano Server, exécutant les éditions Standard ou Datacenter de Windows Server2016.

De par sa légèreté, une VM Nano Server peut-être déployée en 3 minutes environ, ce qui est très rapide comparé au 15-20 minutes habituelle pour installer Windows. Nano Server doit être considéré comme une brique de base sur laquelle on va venir greffer des éléments pour constituer un serveur avec uniquement le minimum nécessaire sans plus.

Pour en savoir plus sur l'installation de Windows nano server :

- "How To Install Nano Server In Windows Server 2016", Tim Warner, 12 Juillet 2016. http://www.tomsitpro.com/articles/install-nano-server-windows-server-2016,2-334.html
- "How to Apply Windows Updates to Nano Server", Adam Bertram, 12 Juillet 2016. http://www.tomsitpro.com/articles/how-to-apply-windows-updates-to-nano-server,2-1049.html
- Timothy Warner, "How to install Nano Server, step by step", The online community for SysAdmins and DevOps, 2016. https://4sysops.com/archives/how-to-install-nano-server-step-by-step
- Mikhail Rodionov, "Windows Server 2016 Nano Server – Installation and Management", StarWindBlog, 7 février 2017, https://www.starwindsoftware.com/blog/windows-server-2016-nano-server-installation-and-management

- ***Avantages de Windows Nano server dans un environnement Hyper-V***[22]

Nano server présenterait quelques avantages clés[23] :

- ***Une sécurité améliorée :*** la surface d'attaque est désormais beaucoup plus petite car il n'y a plus de composants GUI installés (navigateur, explorer). En outre, les ports par défaut ouverts avec une installation de base sont 12 par opposition à 34 ports ouverts par défaut avec une installation complète du serveur *Windows GUI*. Cela fait de *Nano Server* un système d'exploitation beaucoup plus sécurisé que ses prédécesseurs.
- ***Des coûts réduits*** : étant donné que la quantité de ressources nécessaires pour exécuter les machines virtuelles *Nano Server* sur un hôte Hyper-V sera minime. Avec son potentiel pour réduire les coûts et augmenter les marges, ce sera l'une des raisons les plus importantes pour les entreprises d'utiliser *Nano Server VM*, le cas échéant.
- ***Un temps de démarrage plus rapide*** : *Nano Server* est installé uniquement avec les composants qui vont être utilisés, de sorte que le temps de démarrage est significativement augmenté, le système d'exploitation de démarrage étant d'environ 150 Mo.
- ***Un temps de démarrage plus rapide*** : *Nano Server* est installé uniquement avec les composants qui vont être utilisés, de sorte que le temps de démarrage est significativement augmenté, le système d'exploitation de démarrage étant d'environ 150 Mo.
- ***Moins de redémarrages requis*** : étant donné que seuls les composants nécessaires sont installés, la quantité de correctifs et de mises à jour qui sont transmises à *Nano Server* sera beaucoup moins importante. La quantité estimée de redémarrages par an est de 3, et Microsoft travaille avec diligence pour essayer de réduire ce problème. Un nombre réduit de redémarrages sur les hôtes Hyper-V et leurs machines virtuelles signifie moins d'interruptions.
- ***Gestion à distance plus simple*** : avec *Nano Server*, il n'y a pas d'ouverture de session locale, celle-ci étant entièrement gérée à distance. Microsoft exige, en effet, de se concentrer sur l'amélioration des capacités d'administration à distance de *Windows Server*.
- ***Une image de serveur plus petite :*** *Nano Server* est 20 fois plus petit que la version complète de *Windows Server* dotée d'une interface graphique. Pour cette raison, le stockage des *machines virtuelles (VM)* de *Nano Server* sur un stockage local du type SAN ou Hyper-V ne consomme pas beaucoup d'espace. Les déploiements de masse des VM de *Nano Server* ne prennent donc pas autant de temps à être installées et configurées. La copie des images du serveur sur les nœuds Hyper-V prend moins de temps.

Bien que *Windows nano server* réponde aux critères de la simplicité d'installation, de la réduction des composantes de fonctionnement, du temps réduit d'exécution et de l'économie d'énergie, plusieurs autres facteurs peuvent justifier le non-recours à pareille pour la Box Nano-serveur. Conçu pour fonctionner en mode connecté, sa complexité réside essentiellement dans *PowerShell*, une suite logicielle qui intègre une interface en ligne de commande, le langage de script PowerShell ainsi qu'un kit de développement ; ce qui veut dire une connexion Internet permanente et des compétences d'administration réseau qui pourraient faire défaut dans des contextes d'usage prévus pour la Box Nano-serveur.,

[22] Hyper-V, également connu sous le nom de *Windows Server Virtualisation*, est un système de virtualisation basé sur un hyperviseur 64 bits de la version de *Windows Server 2008*

[23] Orellana, *op.cit.*

Nano-serveurs mono-cartes

D'autres solutions de nano-serveurs mono-cartes sont disponibles sur le marché. Ces solutions ne seraient éventuellement pas assez puissantes pour des grandes structures pour lesquelles il faut du gros volume et du gros débit (dans les limites des TéraOctets). Mais dans les limites de la commande d'une Box Nano-serveur pour des milieux peu ou non connectés, les mono-cartes constitueraient une bonne alternative, peu chère, per énergivore et facile à installer et à entretenir.

Le marché propose en effet, une large gamme de produits qui varient très peu en termes de couts, de performance de mémoire, de stockage et de vitesse de calcul (Figure 15).

Recommended Products	Recommendations	Price	USB	CPU	Storage
#1 Raspberry Pi 3 M...	87 36	$35.71	4x USB 2.0	1.2 GHz 64-bit quad-core ...	microSD
#2 ODROID-XU4	41 16	$74	2 x USB 3.0	Samsung Exynos5422 Cor...	Supports eMMC5.0 HS40...
#3 C.H.I.P.	26 13	$9	Single USB Port	1GHz ARM R8	4GB of High-speed Storage
#4 ASUS Tinker Board	48 18	$59.99	4 USB 2.0	RK3288	Micro SD slot
#5 Udoo x86 Ultra	75 24	$259	3 x USB 3.0	Intel Pentium N3710 1.6 G...	32 GB eMMC (embedded ...
#6 Raspberry Pi Zero	16 7	$5	Micro USB	Broadcom BCM2835 1Gh...	Micro SD card slot
#7 PINE A64	12 11	$15	2x USB 2.0	1.2 GHz Quad-Core ARM ...	microSD
#8 HummingBoard ...	13 0	$70	2 × USB 2.0	–	–
#9 ODROID-C2	24 13	$40	4× USB 2.0 Host; 1× USB ...	2Ghz quad core Amlogic A...	eMMC5.0 HS400 Flash St...
#10 Lattepanda	27 15	$159	2 x USB 2.0 and 1 x USB 3.0	1.8 GHz quad-core Intel C...	32–64 GB eMMC
#11 MinnowBoard ...	4 2	$99	–	–	–

Figure 15 : Liste des meilleures cartes de l'année 2017 (Source : SLANT[24])

Un nano-serveur mono-carte est optimisé en tant que système d'exploitation réseau. Il sert pour l'exécution d'applications nuagiques natives basées sur des « conteneurs » et des « micro-services »[25] ou servir d'hôte de centre de données agile et rentable avec une « empreinte »[26] considérablement plus petite.

Comparé à d'autres options d'installation serveur, un nano-serveur mono-carte présente les caractéristiques suivantes :

- Il est « sans tête », c.à.d. qu'il n'y a pas de connexion locale via une interface utilisateur ;
- Seules les applications, les outils et les agents 64 bits sont pris en charge ;

[24] SLANT, "What are the best single-board computers?", https://www.slant.co/topics/1629/~single-board-computers

[25] Lire une explication simplifiée sur Steven J. Vaughan-Nichols, IDGNS. « Containers ou VM : comment faire le bon choix ? », Le Monde informatique, 12 Mai 2016. http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-containers-ou-vm-comment-faire-le-bon-choix-64793.html

[26] L'empreinte mémoire d'une application informatique désigne la quantité de mémoire allouée par l'application en question lors de son exécution.

- Il ne peut pas servir de contrôleur de domaine de répertoire actif (Active Directory Domain) ;
- Il ne peut pas être configuré pour utiliser un serveur proxy en vue d'accéder à Internet ;
- Il n'a pas besoin d'être activé avec une clé de produit. Lorsqu'il fonctionne comme un hôte Hyper-V, Nano Server ne prend pas en charge l'activation automatique de la machine virtuelle (AVMA). Les machines virtuelles fonctionnant sur un hôte Nano Server peuvent être activées à l'aide du service de gestion des clés (KMS) avec une clé de licence de volume générique ou à l'aide de l'activation Active Directory.

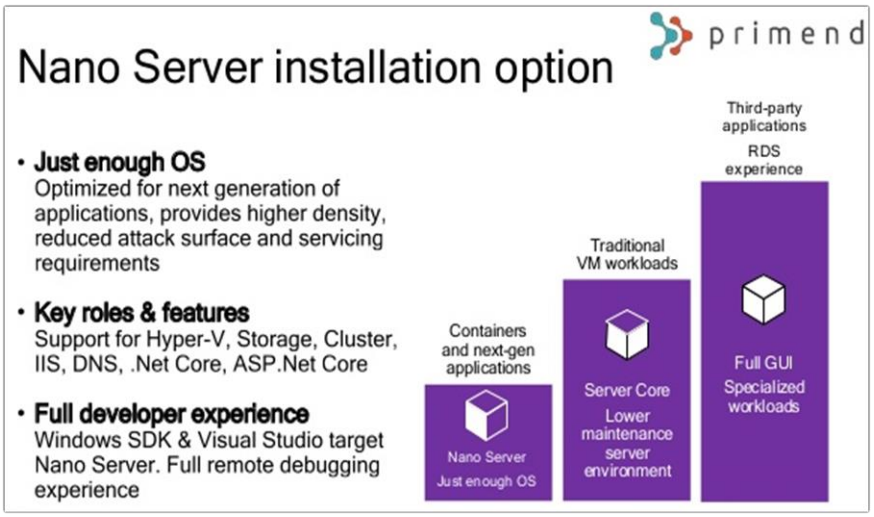


Figure 16 : options d'un serveur nano (Source: Morning Coffee - Windows Server 2016[27])

Un *Nano Server* serait idéal pour plusieurs types d'usage :

- comme hôte pour les machines virtuelles Hyper-v ;
- comme unité de stockage pour un serveur de fichiers ;
- comme Serveur DNS ;
- comme Serveur Web exécutant Internet Information Services de Microsoft (IIS) ;
- comme hôte pour les applications développées à l'aide de modèles d'applications en nuage et exécutées dans un système d'exploitation invité de « conteneur » ou de « machine virtuelle ».

Il existerait plusieurs raisons pour lesquelles on devrait choisir d'utiliser un ordinateur mono-carte pour une Box Nano-serveur. La portabilité est l'une des principales caractéristiques. On pourrait alors transporter partout un petit ordinateur de la taille d'un smartphone qui est très intuitif à utiliser et consomme moins de puissance et d'énergie que les ordinateurs traditionnels. Mais sa caractéristique la plus importante est sa rentabilité. Étant peu coûteux, il peut desservir une communauté beaucoup plus large d'utilisateurs. Cela le rend adapté aussi bien pour le développement de nouvelles applications que pour la conduite de tests, de débogages, de développement de matériel, etc.

[27] Morning Coffee - Windows Server 2016, https://www.slideshare.net/primendslideshare/morning-coffee-windows-server-2016

Le nano-ordinateur moncarte Raspberry PI

Selon Wikipédia, « *le Raspberry Pi est un nano-ordinateur monocarte à processeur ARM conçu par le créateur de jeux vidéo David Braben, dans le cadre de sa fondation Raspberry Pi2. Cet ordinateur, qui a la taille d'une carte de crédit, est destiné à encourager l'apprentissage de la programmation informatique ; il permet l'exécution de plusieurs variantes du système d'exploitation libre GNU/Linux et des logiciels compatibles. Il est fourni nu (carte mère seule, sans boîtier, alimentation, clavier, souris ni écran) dans l'objectif de diminuer les coûts et de permettre l'utilisation de matériel de récupération* ».

Selon raspberry.fr, « *en créant le Raspberry Pi, la fondation voulait proposer un ordinateur pas cher et performant pour faciliter l'apprentissage de l'informatique au plus grand nombre et plus particulièrement aux plus jeunes. Aujourd'hui, force est de constater que ce petit appareil rencontre un grand succès dans différents domaines : jeux videos, serveur web, serveur multimédia, robotique, etc... Même de grosses entreprises comme Google s'y intéressent, notamment avec le projet Coder, un outil d'initiation au développement web* ».

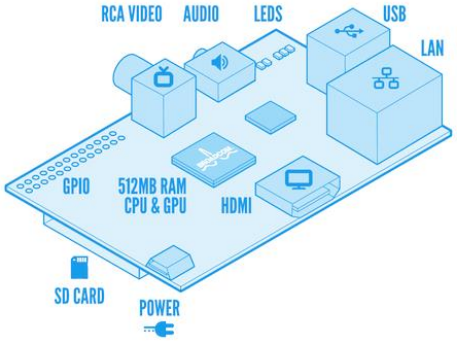


Figure 17 : carte Raspberry PI : design et architecture (Source : raspberry.fr)

Il est important de noter qu'il existe de multiples variantes de ce nano ordinateur. Beaucoup de personnes ont décidé de faire des « forks » du Raspberry pi en proposant des configurations différentes suivant les besoins (par exemple le Banana Pi[28]).

Le Raspberry Pi ne dispose pas d'un disque dur interne. Il est nu par défaut, c'est-à-dire qu'il est vendu sans accessoires. Pour l'utiliser, on utilise une carte SD pour stocker des données et installer des logiciels. Une fois la carte micro SD préparée, il suffit de l'insérer dans le Raspberry Pi pour faire fonctionner automatiquement le système d'exploitation.

Les modèles Raspberry Pi A, A +, B et B + fonctionnent à 700 MHz par défaut. La plupart des appareils fonctionneront à 800 MHz. Le Pi 2 Model B fonctionne à 900MHz par défaut et devrait fonctionner à 1000MHz. Le Pi 3 Model B fonctionne à 1,2 GHz mais il n'existe pas de paramètres d'overclocking standard pour ce modèle.

Sur le plan énergétique, l'appareil est alimenté par un micro-USB de 5 V. Par rapport à la quantité de courant (mA) que nécessite le Raspberry Pi, cela dépend du modèle utilisé et des périphériques connectés. Une alimentation de 2.5A (2500mA) est recommandée. Elle fournira suffisamment de puissance pour exécuter un Raspberry Pi pour la plupart des applications, y compris l'utilisation des 4

[28] http://www.bananapi.com/

ports USB. Les périphériques USB à très forte demande peuvent cependant nécessiter l'utilisation d'un concentrateur alimenté.

Pour les systèmes d'exploitation requis, plusieurs distributions officielles sont disponibles. L'installateur de NOOBS reste le plus facile à utiliser, car il guide dans le téléchargement et l'installation d'une distribution spécifique. La distribution recommandée reste Raspbian, spécialement conçue pour le Raspberry Pi. Il s'agit, cependant, d'un processus simple pour remplacer la partition racine sur la carte SD par une autre distorsion ARM Linux. Il est recommandé d'essayer plusieurs distributions pour voir lequel choisir. Le système d'exploitation est stocké sur la carte SD.

La Fondation Raspberry Pi recommande Python comme langue de programmation pour les apprenants. Tout langage qui compile pour ARMv6 (Pi 1) ou ARMv7 (Pi 2) peut être utilisée avec le Raspberry Pi. Cependant, on n'est pas limité à utiliser Python. C, C ++, Java, Scratch et Ruby sont tous installés par défaut sur le Raspberry Pi.

Par rapport à Windows, en général, il n'est pas possible d'utiliser Windows avec la plupart des versions de Raspberry Pi. La plupart des modèles de Raspberry Pi n'ont pas la mémoire minimale et les exigences de processeur pour prendre en charge l'édition ARM Winodws 8. Le Raspberry Pi manque également de capteurs d'axe appropriés, et il existe de nombreux autres facteurs limitants qui signifient que l'exécution de l'édition Windows 8 ARM n'est pas possible.

Par rapport à l'utilisation qu'on peut faire d'un Raspberry Pi, les configurations sont multiples en fonctions des activités prévues. Néanmoins, même si on peut y installer une distribution capable d'afficher un bureau, les performances sont loin d'être optimales pour une utilisation quotidienne. En revanche, c'est un moyen idéal de s'essayer à la configuration d'un serveur et de tester de nouvelles technologies fonctionnant sur Linux sans forcément avoir à faire des manœuvres complexes.

Un cas d'utilisation intéressant pour le Raspberry Pi, est son utilisation en tant que serveur Web. Évidemment, pour des raisons de performance, il n'est pas conseillé d'héberger de sites à gros trafic.

Pour en savoir plus, les sources suivantes peuvent constituer un premier support d'information :

- Installer un serveur web sur votre Raspberry https://raspbian-france.fr/installer-serveur-web-raspberry/
- Alok Naushad, How to Make a Raspberry Pi Web Server, https://diyhacking.com/raspberry-pi-web-server/
- Graziano Marc, Turning Your Raspberry Pi Into a Personal Web Server http://www.instructables.com/id/Turning-your-Raspberry-Pi-into-a-personal-web-serv/?ALLSTEPS
- Trapp Brian, Raspberry Pi: the Perfect Home Server, Linux Journal, juillet 2013, http://www.linuxjournal.com/content/raspberry-pi-perfect-home-server
- A Raspberry Pi web server cluster, http://raspberrywebserver.com/

Une Box Nano-serveur autonome Raspberry Pi3

Dans la longue liste de machines mono-cartes, la marque RaspBerry est celle qui obtient un plus large consensus.

> « Le terme ''Raspberry Pi'' désigne une série d'ordinateurs à carte unique, ou nano-ordinateurs monocartes, pouvant être connectés à un ordinateur vidéo et à un clavier standard. Le modèle original fonctionne sous linux, mais la seconde génération peut fonctionner également sous Windows 10, version mobile. Le "Pi" se programme à l'aide de Python ou d'un autre EDI. Il n'est pas aussi accessible qu'Arduine, mais il ne coute pas plus cher (aux alentours de 35 euros) et bénéficie d'une importante communauté d'utilisateurs en ligne. Conçu comme un outil éducatif pour l'apprentissage de la programmation, le RaspBerry Pi connait un énorme succès et on le retrouve au cœur d'un certain nombre d'applications récréatives (radio sur internet, nichoir à oiseau équipé d'une caméra à infrarouge, etc.). Il vous permet d'en apprendre davantage sur la programmation que sur l'électronique pratique, mais c'est sans doute un bon moyen d'associer les deux disciplines »[29].

Les Raspberry Pi sont des ordinateurs de très petite taille implémentés sur une carte unique d'une taille équivalente à celle d'une carte de crédit auxquels il faudra évidemment ajouter une carte MicroSD et une alimentation pour les faire fonctionner. On peut aussi ajouter un cable HDMI, un écran, un clavier et une souris pour avoir un nano-ordinateur.

Ci-après, il est question de présenter un processus typique pour installer et configurer une carte Raspberry Pi3 et le transformer en ce que l'on appelle communément un Hotspot Wi-Fi de portail captif. L'idée est de proposer une forme de configuration - parmi plusieurs – de la RaspBerry Pi qui pourrait éventuellement servir pour une Box Nano-serveur autonome à déployer dans un milieu peu ou pas connecté à Internet.

Un projet de point d'accès Wifi captif (Hotspot) à base de RPi

Un point d'accès Wi-Fi (ou hotspot) est un réseau sans fil ouvert utilisé pour pouvoir se connecter à Internet. Parfois, ces hotspots sont gratuits, mais d'autres fois ils sont payants sous forme d'une redevance de laquelle il faut s'affranchir pour pouvoir se connecter.

Avec un réseau Wi-Fi normal, on se connecte en entrant un mot de passe. C'est le principe du portail captif qui nous empêche d'aller directement à Internet mais qui commence par capturer le trafic voisinant du Web avant de nous redirige vers une page où nous sommes appelés à accepter les termes et les conditions d'usage, et à nous connecter moyennant une identification gratuite ou payante.

Dans ce projet de configuration typique, nous allons utiliser la carte Raspberry Pi pour réaliser plusieurs de ces fonctions. Il s'agit d'abord de configurer la Raspberry Pi pour qu'elle joue le rôle d'un point d'accès Wi-Fi régulier. Il s'agit ensuite de le paramétrer pour servir de portail captif avec une seule page qui affiche une liste de termes et conditions d'usage et un bouton « Accepter ». Il est

[29] McCOMB, Gordon. *L'Électronique pour les Nuls*, 2e. edi8, 2016, 644 p.

question à la fin de le modifier pour être un faux point d'accès public Wi-Fi avec un portail captif qui ne se connecte pas à l'Internet.

- ***Prérequis de la configuration***

La configuration prévue nécessite a priori un ensemble d'artefacts dont l'usage n'est pas exclusif. Il est possible de prévoir des alternatives à chaque composante avec quelques retouches possibles dont regorge la documentation en ligne. Il est toutefois recommandé, si 'on veut tester les indications fournies dans ce cours tutoriel, d'utiliser la même carte sans fil, car toutes les cartes ne peuvent pas servir de point d'accès Wifi avec les mêmes logiciels utilisés.

Donc, pour démarrer la configuration du point d'accès Wifi (Hotspot), voici les éléments requis.

- Raspberry Pi (tout modèle suffira)
- Adaptateur sans fil EDIMax Mini USB (modèle EW-7811UN)
- Clavier USB
- Câble HDMI pour votre modèle de Raspberry Pi
- Moniteur avec une entrée HDMI

- ***Préparation du système d'exploitation***

Avant de connecter les périphériques, la première chose à faire est d'installer un système d'exploitation (OS) sur la carte mémoire SD pour que le Raspberry Pi puisse fonctionner.

Il existe plusieurs systèmes d'exploitation qu'il est possible de charger sur le Raspberry Pi. Ces OS sont presque tous des variantes du système d'exploitation Linux alors qu'il est courant d'utiliser les systèmes d'exploitation Windows ou Mac. Le système d'exploitation le plus en vogue avec le Raspberry PI est « Raspbian »[30].

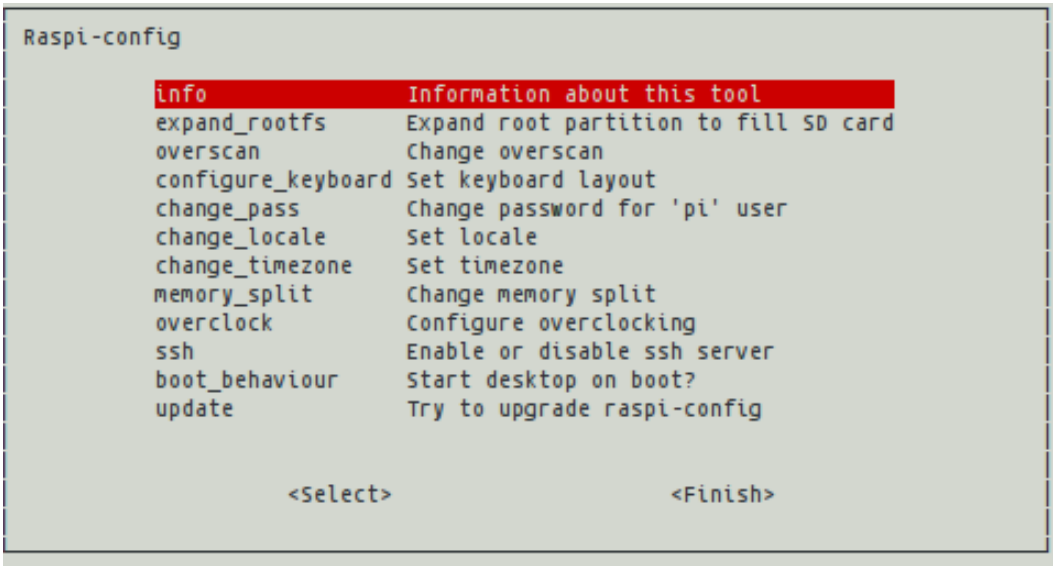


Figure 18 : Paramètres de configuration de RaspBian (Source : www.framboise314.fr)

[30] Raspbian est un système d'exploitation gratuit basé sur Debian optimisé pour le matériel Raspberry Pi. Raspbian fournit plus qu'un OS pur : il est livré avec plus de 35 000 paquets, un logiciel précompilé regroupé dans un format prêt pour une installation facile sur un Raspberry Pi.

Pour savoir comment installer Raspbian, plusieurs guides sont accessibles en ligne :

- Installer Raspbian, premier démarrage et configuration, https://raspbian-france.fr/installer-raspbian-premier-demarrage-configuration/
- Créez une carte SD Raspbian pour votre Raspberry Pi depuis Windows, https://raspbian-france.fr/creez-carte-sd-raspbian-raspberry-pi-windows/

Une fois que le Raspbian est installé sur la carte SD, on passe aux étapes suivantes.

- ***Préparation du matériel***

Le matériel est à préparer comme suit :

1. Insérer la carte mémoire SD avec Raspbian installé dessus dans la Raspberry Pi ;
2. Connecter le câble réseau (RJ45) à la carte Pi. S'assurer qu'il puisse se connecter directement à Internet sans aucune configuration spéciale. Techniquement parlant, le réseau devra fournir DHCP[31] au Raspberry Pi ;
3. Connecter l'adaptateur USB Wi-Fi au Pi ;
4. Connecter un clavier USB au Pi ;
5. Connecter un câble HDMI au moniteur et au Pi. Veiller à allumer le moniteur et à le brancher sur l'entrée correcte ;
6. Connecter l'alimentation au Pi ;
7. On devrait voir une séquence de démarrage ou une forme d'activité. Il suffit de suivre les questions ou les invités qu'on reçoit jusqu'à ce qu'on arrive au point de recevoir une invitation de connexion. C'est là que l'on commence la prochaine section.

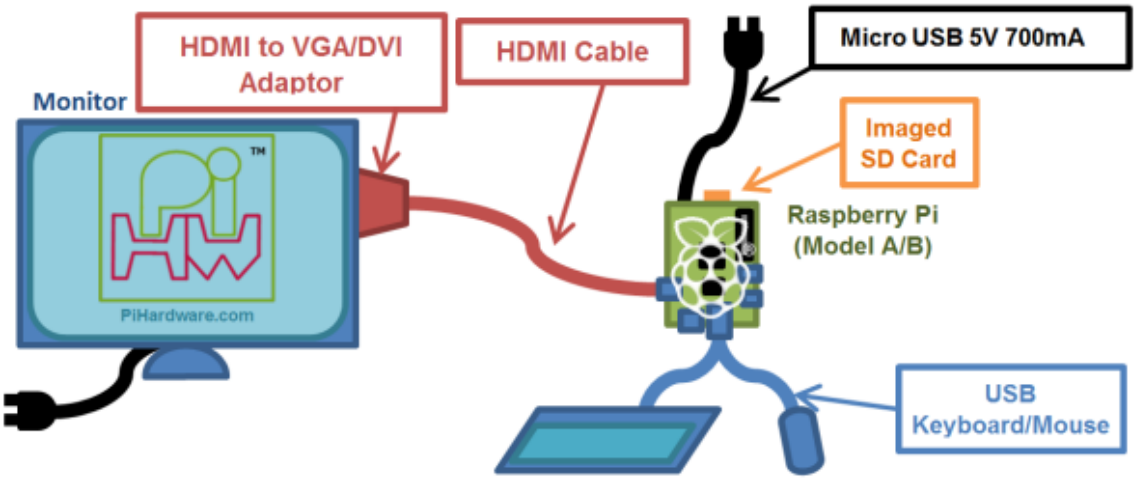


Figure 19 : Périphériques de la carte Raspberry PI (Source : Metlwater's raspberry PI hardware[32])

[31] DHCP : *Dynamic Host Configuration Protocol* (protocole de configuration dynamique des hôtes) est un protocole réseau dont le rôle est d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station ou d'une machine, notamment en lui affectant automatiquement une adresse IP et un masque de sous-réseau.
[32] HDMI to DVI/VGA to PC Monitor/TV. https://pihw.wordpress.com/guides/guide-to-ways-to-connect-to-a-raspberry-pi/hdmi-to-dvivga-to-pc-monitortv/

- ***Configuration du Raspberry Pi en tant que point d'accès Wi-Fi***

C'est la partie la plus sensible et la plus complexe des différentes configurations du Pi. Nous l'envisageons ici car elle constitue la manière comment la Raspberry Pi sera le plus utilisée comme Box Nano-serveur. Pour bien le comprendre, suivons l'opération :

1. Il faut d'abord se connecter. Le login par défaut de Raspbian est un nom d'utilisateur « pi » et un mot de passe « framboise ». En saisissant le login et le mot de passe, le système répond par :

```
Login as: pi
```

2. C'est l'indication qu'on a accès au système. La première chose à faire comme partout est de modifier le mot de passe. C'est réalisable avec la commande « passwd » suite à laquelle le système demande le mot de passe actuel puis le nouveau mot de passe. Une fois validé, le nouveau mot de passe ne doit pas être oublié, sinon il faut réinstaller Raspbian de nouveau sur la carte mémoire SD et commencer dès le début!

```
pi@raspberrypi ~ $ passwd
```

3. Avant d'aller plus loin, il faut confirmer que l'on dispose d'une connexion Internet fonctionnelle. Pour cela, il faut faire un « ping »[33] sur Google pour s'assurer qu'il y a une bonne connexion. Cela vérifiera qu'une adresse IP a été affectée à la carte, qu'on est en mesure de résoudre les noms d'hôte DNS (tels que www.google.com, qui le convertit en une adresse IP) et que le trafic de données est fluide vers et à partir des serveurs Google. C'est une excellente façon de confirmer que tout fonctionne en une seule étape.

```
pi@raspberrypi ~ $ ping www.google.com

PING www.google.com (74.125.227.24) 56(84) bytes of data.

64 bytes from dfw06s38-in-f17.1e100.net (74.125.227.24): icmp_req=1 ttl=57 time=12 ms
```

4. Si tout fonctionne, on obtient une réponse en boucle qui indique « icmp_req = » comme illustré ci-dessus. La réponse tourne en boucle parce que la commande PING continue d'envoyer des requêtes jusqu'à ce qu'on l'interrompt en appuyant sur les touches CTRL-C. On obtient alors un résumé de la réponse, suivi de l'invite du système.

   Si, pour une raison ou une autre, cela ne fonctionne pas, il faut vérifier que le câble réseau est branché. Si l'on a un problème de câblage, il faudrait éventuellement réinitialiser la carte Pi et réessayer. Si l'on rencontre toujours des problèmes, il est recommandé de contacter quelqu'un qui comprend le réseau ou essayer une autre connexion.

   À titre de rappel, les chiffres affichés sur la ligne "icmp_req =" sont assez intéressants. Celui de l'illustration précédente montre "12,9 ms". Cela signifie qu'il a fallu 12,9 millisecondes pour envoyer un paquet de données sur les serveurs de Google, pour que ceux-ci le traitent et le renvoient vers la carte Pi. C'est ce qu'on appelle le «temps aller-retour».

[33] Ping est le nom d'une commande informatique permettant de tester l'accessibilité d'une autre machine à travers un réseau IP. La commande mesure également le temps mis pour recevoir une réponse, appelé round-trip time (temps aller-retour).

5. Ensuite, il faut s'assurer que tous les logiciels installés sont à jour avec tous les correctifs récents. On réalise cette vérification en utilisant l'outil «Advanced Packaging Tool», qui sert à gérer les logiciels installés sur le système. La commande est « apt-get update ». Cette commande est très puissante et, en tant que telle, elle nécessite des privilèges administratifs, connus sous le nom de « root » ou « super-utilisateur » dans le monde Linux. On pourrait exécuter ceci, et d'autres commandes puissantes, en précédant la commande en question par « sudo » (Abréviation de « super-utilisateur fait <quelque chose> ») (voir illustration suivante). Tout au long de ce mini-guide, nous allons utiliser beaucoup la commande « sudo ». Si l'on oublie de taper ce paramètre, ce qu'on fait probablement à un moment donné, on obtient un message d'erreur étrange. Il est alors judicieux de vérifier qu'on a exécuté la commande en tant que super utilisateur.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get update
```

Lorsqu'on exécute la commande ci-dessus, le système demande de confirmer qu'on souhaite télécharger et installer toutes les mises à jour des logiciels installés. On aura besoin de répondre avec un « Y ».

6. Maintenant on est prêt à l'installation de tout autre logiciel utile à notre configuration. Le logiciel utilise suivant est appelé « hostapd ». Il sert à faire fonctionner un système Linux comme un point d'accès (Hotspot) Wi-Fi, (« AP » en abrégé). Cela signifie qu'au lieu d'avoir le PI qui voit le réseau Wi-Fi, ce sont d'autres appareils Wi-Fi qui pourront voir le Pi et s'y connecter. On utilisera à nouveau l'outil « apt-get », mais cette fois, on lui dira d'installer le paquet « host AP ».

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install hostapd
```

Par ailleurs, au fur et à mesure qu'on commence à installer plus de logiciels sous Linux, on pourra remarquer que beaucoup de paquets se terminent par « d » comme « hostapd ». Le « d » est abrégé pour « daemon »[34], ce qui signifie essentiellement que c'est un service qui s'exécute en arrière-plan du système, au lieu d'une application qui affiche la sortie sur l'écran et nécessite l'entrée de l'utilisateur à partir du clavier. Un daemon court sans avoir besoin de cela.

7. En installant le démon « hostap », on note souvent la présence d'un bug qu'il faut régler. Il suffit souvent de remplacer un fichier particulier pour que le démon fonctionne correctement avec l'adaptateur sans fil. Il va falloir donc commencer par télécharger le fichier dont on aura besoin. On téléchargera ce fichier à l'aide de l'outil « wget », où « w » signifie « web ».

```
pi@raspberrypi ~ $  wget http://dl.dropbox.com/u/1663660/hostapd/hostapd.zip
```

8. Une fois téléchargé, ce fichier (en format Zip) doit être décompressé :

```
pi@raspberrypi ~ $ unzip hostapd.zip
```

9. Une fois le fichier Zip décompressé, il faudrait copier (« cp ») ce fichier sur l'original.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo cp hostapd /usr/sbin/hostapd
```

10. Une fois le démon hostap installé, on passera à sa configuration pour notre environnement. On peut utiliser pour cela l'éditeur de texte « nano » qui n'est pas comme les éditeurs de texte auxquels on est habitué. Tout d'abord, il faut lancer nano pour éditer le fichier hostapd.

[34] Un daemon, parfois traduit par démon, désigne un type de programme informatique, un processus ou un ensemble de processus qui s'exécute en arrière-plan plutôt que sous le contrôle direct d'un utilisateur.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/hostapd/hostapd.conf
```

Une fois le fichier ouvert sous nano, tapez (ou copier et coller) les lignes suivantes dans le fichier hostapd.

```
interface=wlan0
driver=rtl871xdrv
ssid=FREE PUBLIC WIFI
hw_mode=g
channel=11
macaddr_acl=0
```

Enregistrer le fichier en appuyant sur les touches CTRL-O. Le système devrait demander le « Nom du fichier à écrire ». On peut accepter la valeur par défaut en appuyant simplement sur entrée. Une fois que c'est fait, le système affiche « [Wrote <#> lines] » près du centre inférieur de l'écran. Il faut alors quitter nano en appuyant sur les touches CTRL-X. Il faut bien garder ces instructions d'édition avec la touche CTRL à l'esprit, car elles seront utilisées ultérieurement.

11. Pour tester ce qui a été fait jusqu'ici, commençons par le « hostap » et voyons ce qui se passe.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo hostapd /etc/hostapd/hostapd.conf
```

Il faut vérifier maintenant avec un autre périphérique sans fil si on peut détecter un réseau Wi-Fi avec le nom de « FREE PUBLIC WIFI ». Si c'est le cas, c'est bon signe même si on ne peut pas encore se connecter. Il faut alors appuyez sur CTRL-C pour quitter le démon « hostapd ». Si cela ne fonctionne pas, ou si l'on a des erreurs en cours d'exécution, il faut vérifier de nouveau le processus de configuration à partir de l'étape 5 précédente.

12. Après avoir confirmé que hotsapd, il faut le préparer pour qu'il se lance automatiquement avec le démarrage de la carte Pi. On édite avec nano le fichier rc.local

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/rc.local
```

En bas de ce fichier, et au-dessus de la ligne qui indique « exit 0 », on ajoute la ligne suivante :

```
hostapd -B /etc/hostapd/hostapd.conf
```

Il faut ensuite enregistrer puis quitter le fichier. Lorsque le système redémarre la prochaine fois, il exécutera automatiquement hostapd en arrière-plan en utilisant le fichier de configuration qui a été personnalisé.

13. Il reste maintenant à installer un serveur DHCP « Dynamic Host Configuration Protocol » qui fournira une adresse IP, une adresse IP du serveur DNS (Domain Name System) et d'autres informations de configuration aux clients sans fil qui se connecteront au point d'accès (AP/Access point). Sans cette information, les clients sans fil ne seraient pas en mesure de communiquer avec le Pi en utilisant la langue d'Internet (techniquement appelée protocole réseau).

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install isc-dhcp-server
```

14. Il faut modifier ensuite la configuration du serveur DHCP en utilisant l'éditeur nano.

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/dhcp/dhcpd.conf
```

Il faut trouver la ligne qui commence par « #authoritative » et supprimer le signe « # » placé en début de ligne. Ensuite, il faut passer à la fin du fichier afin de copier et coller le texte suivant :

```
subnet 10.0.10.0 netmask 255.255.255.0 {
 range 10.0.10.2 10.0.10.254
 option domain-name "auf-box.com";
 option domain-name-servers 8.8.8.8,8.8.4.4;
 option routers 10.0.10.1;
 interface wlan0;
}
```

Il faut ensuite enregistrer le fichier et quitter nano. On peut modifier à ce stade le nom de domaine et choisir un nom institutionnel spécifique à condition qu'il ne soit pas déjà attribué.

15. Maintenant, il faut assigner l'adresse IP appropriée à l'interface du point d'accès (AP) sans fil. Jusqu'ici, nous avons simplement fini de configurer le client sans fil pour qu'il reçoive une adresse IP dynamique du Pi, mais nous devons avoir aussi une adresse IP fixe (statique) qui ne change pas pour le Pi. C'est comme une adresse commerciale fixe, de sorte que les clients qui se connectent à la carte Pi savent où elle se est toujours située. Utiliser l'éditeur nano pour passer la commande suivante :

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/network/interfaces
```

Localiser ensuite l'endroit dans le fichier ouvert où c'est indiqué : « iface wlan0 inet manual ». Changer le terme « manual » en « statique » et ajouter les lignes suivantes immédiatement en-dessous.

```
address 10.0.10.1
netmask 255.255.255.0
```

Enregistrer et quitter le fichier une fois que modification est faite.

16. Il faut maintenant activer un paramètre appelé « renvoi IP ». Cela permet aux clients sans fil de transférer des données non seulement à la carte Pi, mais à travers elle. L'activation de ce qui permet au trafic d'entrer dans une interface (Wi-Fi) et d'en sortir (par le câble réseau) et vice versa. Nous avons besoin de cela afin d'obtenir les données des clients sans fil pour passer par le Pi et sortir sur Internet et revenir.

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/sysctl.conf
```

Localisez la ligne dans le fichier où c'est indiqué « #net.ipv4.ip_forward=1 » et supprimez le « # » initial.

Enregistrez le fichier et quittez.

17. Ci-après quelques astuces avancées dont notamment une fonction appelée « Network Address Translation », ou « NAT » qu'il serait opportun de découvrir ultérieurement sur Google. Pour l'instant, contentons-nous simplement de passer cette commande :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo iptables -t nat-A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
```

18. Il faut veiller à ce que le changement effectué soit sauvegardé et demeure actif (persistant) entre les redémarrages. Pour cela, il faut installer un autre logiciel. Pendant son installation, il sera demandé si l'on souhaite enregistrer les règles en actuelles, auquel il faut répondre par oui.

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo apt-get install iptables-persistent
```

19. À ce stade, nous avons installé et configuré tous les logiciels dont nous avons besoin pour que la fonction Pi devienne un point d'accès Wi-Fi. Tout ce que nous devons faire maintenant, c'est le redémarrer pour que tout soit chargé de nouveau. Nous allons utiliser la commande d'arrêt et de redémarrage (-r) :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo shutdown -r maintenant
```

20. Il faut attendre que la carte Pi soit redémarrée et que tout soit correctement chargé avant d'essayer de se connecter via un appareil Wi-Fi et de naviguer sur Internet. Si cela fonctionne, c'est qu'on est bien parti pour d'autres paramétrages plus avancés. Si ce n'est pas le cas, il faut revenir en arrière et vérifier les étapes précédentes une à une.

Cette configuration a été simplifiée pour que l'AP (Hotspot) soit sans cryptage. Comme il est actuellement configuré, n'importe qui pourra se connecter au réseau, non pas uniquement pour naviguer sur Internet, mais aussi pour naviguer sur le réseau interne. Si l'on souhaite continuer à utiliser l'AP en tant que point d'accès Wi-Fi personnel, il faut configurer un mot de passe pour le réseau et activer une sécurité plus forte. On peut trouver plus d'informations supplémentaires sur cette configuration dans le fichier « hostapd.conf » édité plus tôt, ainsi que dans d'autres ressources en ligne[35].

[35] Pour en savoir plus : Notice d'utilisation d'ENTBOX pour Raspberry PI 3, http://entbox.ticedu.fr/downloads/entboxrasp.pdf.

Figure 20 : Raspberry P en routeur Wifi. (Source : Dadarevue, 2017[36])

- ***Configuration du Pi en tant que portail captif***

Maintenant qu'on a configuré une carte Pi en tant que point d'accès WIFI (Hotspot), il est utile d'aller plus loin pour en faire un portail captif. Cela signifie que lorsque quelqu'un se connecte, il aura une page Web sur laquelle il doit cliquer sur un bouton pour continuer. Cette page comprend normalement une liste de termes et conditions d'utilisation du Wifi et un bouton de validation ou d'acceptation des termes et conditions d'usage.

21. Une fois connecté à la carte Pi, il faut installer le logiciel du portail captif « nodogsplash ». Dans cette série d'étapes, nous allons télécharger le logiciel, le décompresser, le compiler et l'installer à travers les commandes suivantes :

```
pi@raspberrypi ~ $
   wget https://github.com/nodogsplash/nodogsplash/archive/master.zip
pi@raspberrypi ~ $ unzip master.zip
pi@raspberrypi ~ $ rm master.zip
pi@raspberrypi ~ $ cd nodogsplash-master
pi@raspberrypi ~ $ make
pi@raspberrypi ~ $ sudo make install
```

22. Il faut configurer « nodogsplash » en éditant sous nano le fichier de configuration :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/nodogsplash/nodogsplash.conf
```

Il faut ensuite Coller les informations suivantes dans le fichier, enregistrer et quitter.

```
GatewayInterface wlan0
GatewayAddress 10.0.10.1
MaxClients 250
ClientIdleTimeout 480
```

[36] Tranformer son Raspberry Pi en routeur Wifi avec Hostapd. https://dadarevue.com/raspberry-pi-routeur-wifi-hotspot-hostapd/

23. À ce stade, il est tems d'éditer la page Web d'accueil pour afficher tout ce qu'on veut. Par défaut, « nodogsplash » comprend une page de base sur laquelle on peut apporter des modifications, sans pour autant toucher la partie du fichier où c'est indiqué à l'utilisateur de cliquer pour rejoindre le réseau.

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/nodogsplash/htdocs/splash.html
```

24. Une fois que la page Web est édité, commençons par lancer « nodogsplash ».

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nodogsplash
```

25. En se connectant au point d'accès, il faut essayer de voir si l'on reçoit la page d'accueil en tapant l'adresse « http://www.google.com » avec un client sans fil.

26. Maintenant qu'on sait que « nodogsplash » fonctionne, on doit le configurer pour qu'il se lance automatiquement avec la carte Pi. Pour ce faire, on doit ajouter une instruction au fichier /etc/rc.local. On édite avec nano le fichier rc.local

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/rc.local
```

Puis on cherche la ligne ajoutée précédemment dans ce fichier (cf. étape 12) et ajouter juste en dessous la commande suivante :

```
nodogsplash
```

27. À ce niveau, le portail captif est opérationnel. Il doit continuer à fonctionner après un reboot.

Si l'on souhaite conserver un journal des périphériques qui se connectent au portail captif, y compris ceux qui y accèdent après avoir cliqué sur le bouton d'acceptation, on peut éditer régulièrement l'état des connexions dans un fichier journal (fichier log). On pourra le faire en ajoutant des entrées à l'onglet « crontab » qui contient une liste de commandes que le système exécute de façon récurrente. Pour modifier cette configuration, il faut utiliser la commande suivante :

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo crontab -e
```

Ajoutez les lignes suivantes à la fin du fichier :

```
*/5 * * * * ndsctl status >> /root/results5.txt
*/15 * * * * ndsctl status >> /root/results15.txt
```

La première ligne indique au système, toutes les 5 minutes, de produire l'état de « nodogsplash » (à l'aide de l'utilitaire ndsctl) dans un fichier nommé « /root/results5.txt ». Un seul symbole < (plus grand) signifie qu'on remplacera ce fichier chaque fois qu'il s'exécute, mais dans notre cas, on préfère ajouter toutes nouvelles données au fichier pour ne pas les perdre accidentellement, car l'état du client « nodogsplash » se réinitialise chaque fois que l'appareil redémarre. Il est préférable aussi d'avoir une sauvegarde qui s'exécutera chaque 15 minutes (ligne 2) dans un autre ficher avec un autre nom.

- ***Configuration de la carte Pi comme faux portail captif***

> ⌦ Dans le cas où il n'y aurait pas de connexion Internet, mais qu'on souhaiterait toujours que la carte Pi agisse en tant que portail Wifi captif, on peut configurer celle-ci pour ajouter les services nécessaires pour simuler (fausser) une connexion Internet.

28. L'un des services requis pour l'accès à Internet est le DNS, qui signifie Système de noms de domaine. Tout sur Internet fonctionne à base d'adresses IP. Lorsqu'on essaie d'accéder à www.google.com, par exemple, un ordinateur effectue d'abord une recherche de DNS pour obtenir une adresse IP. Une fois qu'il a une adresse IP, l'ordinateur établit une connexion au serveur, en utilisant cette adresse IP. Dans notre exemple, nous allons configurer un serveur DNS sur le Pi qui répondra à toutes les demandes avec l'adresse IP du Pi lui-même. Donc, quel que soit l'endroit où le client sans fil essaie de se connecter, il sera toujours ramené à l'adresse IP du Pi. Nous installerons donc un « bind » (Berkley Internet Naming Daemon), le serveur DNS le plus utilisé sur Internet.

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo apt-get install bind9
```

29. Une fois installé, le serveur DNS Bind doit être configuré en ouvrant le fichier de configuration avec la commande suivante :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/bind/named.conf.local
```

30. Ajouter à la fin du fichier ouvert « named.conf.local » les lignes suivantes :

```
Zone "." {
  Type maître;
  Fichier "/etc/bind/db.catchall";
};
```

31. Il faut également modifier le fichier d'options « `named.conf.options` » en l'éditant avec la commande suivante :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/bind/named.conf.options
```

32. Dans le fichier ouvert, il faut trouver la ligne qui indique « dir=/etc/namedb » et la modifiez comme suit :

```
Dir=/etc/bind
```

33. Puis il faut créer sous /Bind le fichier « `db.catchall` » comme suit :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/bind/db.catchall
```

34. Dans le fichier « `db.catchall` », ajouter toutes les lignes suivantes :

```
$TTL 604800
```

```
@ IN SOA . root.localhost. (
  1 ; Serial
 604800 ; Refresh
 86400 ; Retry
 2419200 ; Expire
 604800 ) ; Negative Cache TTL
 IN NS .
. IN A 10.0.10.1
*. IN A 10.0.10.1
```

35. Il faut s'assurer que le serveur DNS commence au démarrer, alors il faut de nouveau modifier le fichier « /etc/rc.local ».

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/rc.local
```

36. Il faut ensuite trouver la ligne qu'on a ajouté précédemment à ce fichier (étape 26) et ajouter juste derrière la ligne suivante :

```
Nommé -u bind
```

37. Maintenant, il faut reconfigurer le serveur DHCP pour que lorsque les clients sans fil se connectent, ils sont invités à utiliser Pi comme serveur DNS. Pour cela il faut éditer sous nano le fichier « dhcp.conf » :

```
Pi @ raspberrypi ~ $ sudo nano /etc/dhcp/dhcp.conf
```

38. Trouver dans ce fichier la ligne qui indique "" et modifiez-la pour la changer comme suit. Rappelons que l'adresse IP que nous avons utilisée pour le Pi est 10.0.10.1.

```
Option domain-name-servers 10.0.10.1;
```

39. Débrancher ensuite le câble réseau sur le Pi et redémarrer le système. Essayer alors de se connecter par un client sans fil, et voir si l'on obtient toujours la page d'accueil du portail captif. Si c'est le cas, le portail captif est convenablement paramétré et c'est la fin de l'opération.

■ Sources consultées :

- A Raspberry Pi web server cluster, http://raspberrywebserver.com/
- Alok Naushad, How to Make a Raspberry Pi Web Server, https://diyhacking.com/raspberry-pi-web-server/
- C'est quoi le Responsive Web Design ? Alsacreation, https://www.alsacreations.com/
- Graziano Marc, Turning Your Raspberry Pi Into a Personal Web Server http://www.instructables.com/id/Turning-your-Raspberry-Pi-into-a-personal-web-serv/?ALLSTEPS
- Installer un serveur web sur votre Raspberry https://raspbian-france.fr/installer-serveur-web-raspberry/
- Jean-Yann MASSOL, “Microsoft nano server 2016 : le renouveau de Window”, Supinfo In ternational university. https://www.supinfo.com/articles/single/1852-microsoft-nano-server-2016-renouveau-windows-server-2016
- McCOMB, Gordon. L’Électronique pour les Nuls, 2e. edi8, 2016, 644 p.
- Morning Coffee - Windows Server 2016, https://www.slideshare.net/primendslideshare/morning-coffee-windows-server-2016
- NanoPi 2 Fire, http://linhkien.cxt.vn/1630-nanopi-2-fire.html
- Notice d’utilisation d’ENTBOX pour Raspberry PI 3, http://entbox.ticedu.fr/downloads/entboxrasp.pdf.
- Orellana Luke, “6 Benefits Nano Server Will Bring to Hyper-V”, Altaro, 26 Mai 2015. http://www.altaro.com/hyper-v/6-benefits-nano-server-will-bring-hyper-v/
- Raluca Budiu, “Mobile Websites: Mobile-Dedicated, Responsive, Adaptive, or Desktop Site? », Neelson Norman Group, 2016, https://www.nngroup.com/articles/mobile-vs-responsive/
- RESPONSIVE DESIGN Le point sur le Responsive & l’Adaptive Design MOBILItea time #5 userADgents, https://fr.slideshare.net/userADgents/mobiliteatime-5-responsive-adaptive-design
- SLANT, “What are the best single-board computers?”, https://www.slant.co/topics/1629/~single-board-computers
- Steven J. Vaughan-Nichols, IDGNS. « Containers ou VM : comment faire le bon choix ? », Le Monde informatique, 12 Mai 2016. http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-containers-ou-vm-comment-faire-le-bon-choix-64793.html
- Tranformer son Raspberry Pi en routeur Wifi avec Hostapd. https://dadarevue.com/raspberry-pi-routeur-wifi-hotspot-hostapd/
- Trapp Brian, Raspberry Pi: the Perfect Home Server, Linux Journal, juillet 2013, http://www.linuxjournal.com/content/raspberry-pi-perfect-home-server
- Wilson Brandon, "Deploying and Configuring Windows Nano Server 2016 TP4", Microsoft Server & Tools Blogs, Avril 2016. https://blogs.technet.microsoft.com/askpfeplat/2016/04/26/deploying-and-configuring-windows-nano-server-2016-tp4/