

TP N°1 : Installation de Raspberry Pi OS sur Raspberry Pi en mode headless

Objectif du TP :

Installer **Raspberry Pi OS (64 bits)** sur un **Raspberry Pi 4** et le configurer pour qu'il puisse démarrer et être accessible via **SSH** et le **serveur VNC** sans utiliser d'écran ni de clavier.

I- Introduction :

Pour utiliser le Raspberry Pi 4, il est nécessaire d'installer un système d'exploitation, et l'une des distributions les plus courantes est le Raspberry Pi OS (anciennement appelé Raspbian), optimisé pour l'architecture ARM du Raspberry Pi.

Dans ce TP, vous allez apprendre à installer **Raspberry Pi OS 64 bits** sur un Raspberry Pi 4 en mode **headless**. L'installation de ce en mode permet de configurer le Raspberry Pi pour qu'il soit accessible directement via un réseau, sans avoir besoin d'y connecter des périphériques externes tels qu'un écran ou un clavier. Cela est particulièrement utile pour des projets de serveurs, d'automatisation, de robotique, d'intelligence artificielle ou d'IoT où l'accès physique au Raspberry Pi est limité.

Ce TP se concentrera sur l'utilisation de **Raspberry Pi Imager**, un outil officiel qui simplifie grandement le processus de création et de configuration de la carte SD nécessaire au fonctionnement du Raspberry Pi. Vous apprendrez également à configurer le Wi-Fi et à activer l'accès à distance via SSH (Secure Shell) pour prendre le contrôle de votre Raspberry Pi depuis un autre ordinateur.

II- Présentation du Raspberry Pi 4

Le **Raspberry Pi 4** est un mini-ordinateur, (Single Board Computer, SBC), puissant et de petite taille, conçu pour une variété d'applications allant de l'éducation à l'Internet des Objets (IoT). Grâce à son architecture ARM 64 bits, ses 2 à 8 Go de RAM et ses nombreux ports (USB, HDMI, GPIO), il est devenu un outil populaire pour les projets d'électronique, de programmation, de robotique et plus encore.

Voici quelques-unes de ses caractéristiques principales [1], [2] :

- **Processeur** : Un SoC **Broadcom BCM2711**, basé sur une architecture **ARM Cortex-A72** (quad-core) cadencé à **1.5 GHz**.

- **GPU** : VideoCore VI prenant en charge OpenGL ES 3.0, décodage HEVC 4K à 60 i/s
- **Mémoire RAM** : Disponible en différentes configurations : **2 Go, 4 Go ou 8 Go** de RAM LPDDR4.
- **Stockage** : Pas de stockage interne, mais un **emplacement microSD** pour installer un système d'exploitation et stocker des données.
- **Ports USB** : Deux ports **USB 3.0** et deux ports **USB 2.0** pour la connexion de périphériques comme des claviers, des souris ou des disques durs externes.
- Port caméra CSI pour connecter la caméra Raspberry Pi
- Port d'affichage DSI pour connecter l'écran tactile Raspberry Pi
- Deux ports micro-HDMI, permettant la sortie jusqu'à 4K sur deux écrans simultanés.
- Port quadripôle **Audio/Video** : AV 3.5 mm
- **Connexion réseau** : Un port **Gigabit Ethernet** pour une connexion réseau filaire et une connexion sans fil **Wi-Fi 802.11ac** (dual-band 2.4 GHz et 5 GHz).
- **Bluetooth** : **Bluetooth 5.0**, pour la connexion de périphériques sans fil.
- **GPIO** : Un ensemble de **40 broches GPIO** (General Purpose Input/Output) pour la connexion de capteurs, de LEDs, de relais et autres modules électroniques.
- **Alimentation** : Tension de 5V DC, 3A via un connecteur USB-C, 5V via GPIO et compatible Power over Ethernet (PoE).
- **Environnement** : Température de fonctionnement de 0 à 50 ° C.

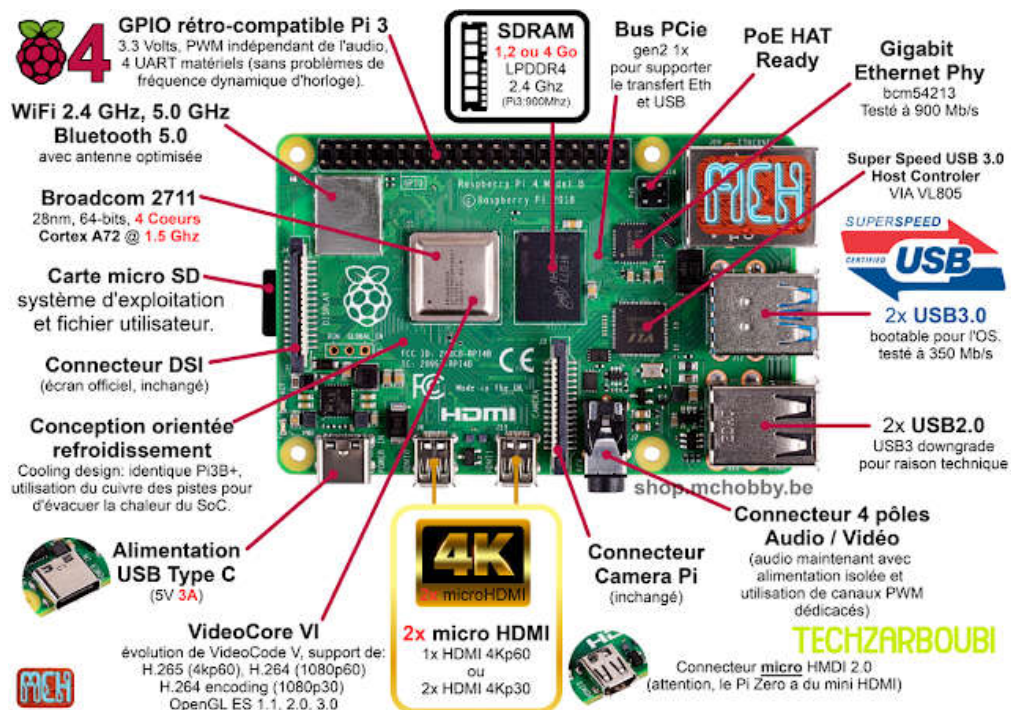


Figure 1 : Carte Raspberry pi 4

III- Domaines d'application

Le **Raspberry Pi 4** est utilisé dans un large éventail de domaines [2]. Voici quelques exemples d'applications typiques :

- **Éducation et apprentissage de la programmation :**

Le Raspberry Pi est largement utilisé pour enseigner la programmation en langages comme **Python**, **Scratch** ou **C**. Grâce à sa simplicité et à son faible coût, il permet de réaliser des projets pratiques sans nécessiter un matériel coûteux.

- **Domotique (Home Automation) :**

Avec des outils comme **Home Assistant** ou **OpenHAB**, le Raspberry Pi peut être utilisé comme centre de contrôle pour automatiser des appareils domestiques (lampes, thermostats, caméras, etc.). Il peut aussi être couplé à des capteurs pour surveiller des conditions environnementales comme la température ou l'humidité.

- **Serveurs domestiques et mini-serveurs :**

Le Raspberry Pi 4, grâce à son port Ethernet Gigabit et sa capacité à supporter des disques durs externes, est souvent utilisé comme **serveur de fichiers (NAS)**, **serveur web**, ou encore **serveur multimédia** avec des logiciels comme **Plex** ou **Kodi**. Il est capable d'héberger des sites web, des bases de données et même des serveurs de jeux.

- **Projets IoT (Internet of Things):**

Les projets liés à l'Internet des objets (IoT) profitent grandement du Raspberry Pi. Avec ses capacités Wi-Fi et Bluetooth intégrées, il peut se connecter à une variété de capteurs et de dispositifs pour collecter et transmettre des données à distance. Il est également compatible avec de nombreuses plateformes IoT comme **Azure IoT Hub** ou **Google Cloud IoT**.

- **Robotique :**

En utilisant les ports **GPIO**, le Raspberry Pi peut être intégré dans des projets robotiques. Il peut contrôler des moteurs, des servos et des capteurs, et être programmé pour des tâches complexes comme la navigation autonome, la reconnaissance d'objets ou encore le suivi de lignes.

- **Stations météo et surveillance environnementale :**

Avec des capteurs connectés aux broches GPIO, le Raspberry Pi peut surveiller en temps réel des données comme la température, l'humidité, la pression atmosphérique, ou encore la qualité de l'air, et enregistrer ces informations pour un traitement ultérieur.

- **Stations de jeux rétro :**

Le Raspberry Pi 4 peut transformer n'importe quel écran en station de jeux rétro avec des émulateurs comme **RetroPie** ou **Recalbox**, permettant aux utilisateurs de jouer à des jeux classiques d'anciennes consoles (NES, SNES, Sega, etc.).

- **Systèmes de surveillance :**

Il est souvent utilisé pour créer des systèmes de caméras de surveillance (CCTV) en associant des caméras USB ou des caméras spécialement conçues pour le Pi, comme la **Pi Camera**.

IV- Installation de Raspbian OS en mode Headless

1- Matériel requis :

Pour réaliser ce TP, vous aurez besoin de plusieurs éléments indispensables. Tout d'abord, un **Raspberry Pi 4** servira comme matériel principal. Vous devrez également disposer d'une **carte microSD de classe 10**, avec une capacité minimum de **32 Go**, pour installer le système d'exploitation. Un **ordinateur équipé d'un lecteur de carte SD** sera nécessaire pour flasher l'image de l'OS sur la carte microSD. Concernant la connectivité, une **connexion Wi-Fi** ou un **câble Ethernet** est nécessaire pour accéder au Raspberry Pi à distance. Enfin, une **alimentation adaptée pour le Raspberry Pi 4** est indispensable pour alimenter l'appareil.

2- Étapes détaillées :

2.1- Téléchargement de Raspberry Pi Imager

Rendez-vous sur le site officiel de la Raspberry Pi Foundation [2] afin de télécharger l'outil Raspberry Pi Imager. Une fois sur la page de téléchargement, sélectionnez la version de Raspberry Pi Imager qui correspond à votre système d'exploitation, que ce soit Windows, macOS, ou Linux, puis téléchargez le fichier d'installation. Après le téléchargement, procédez à l'installation du logiciel sur votre ordinateur en suivant les instructions qui s'affichent.

2.2- Préparation de la carte SD

Insérez la **carte microSD** dans votre ordinateur à l'aide d'un **lecteur de carte SD** compatible. Ensuite, lancez le logiciel **Raspberry Pi Imager**, dont l'interface est illustrée dans la Figure 2. Une fois l'application lancée, comme montré à la Figure 3, sélectionnez le modèle de votre carte en choisissant **Raspberry Pi 4** comme modèle de destination pour l'installation de système d'exploitation (OS).

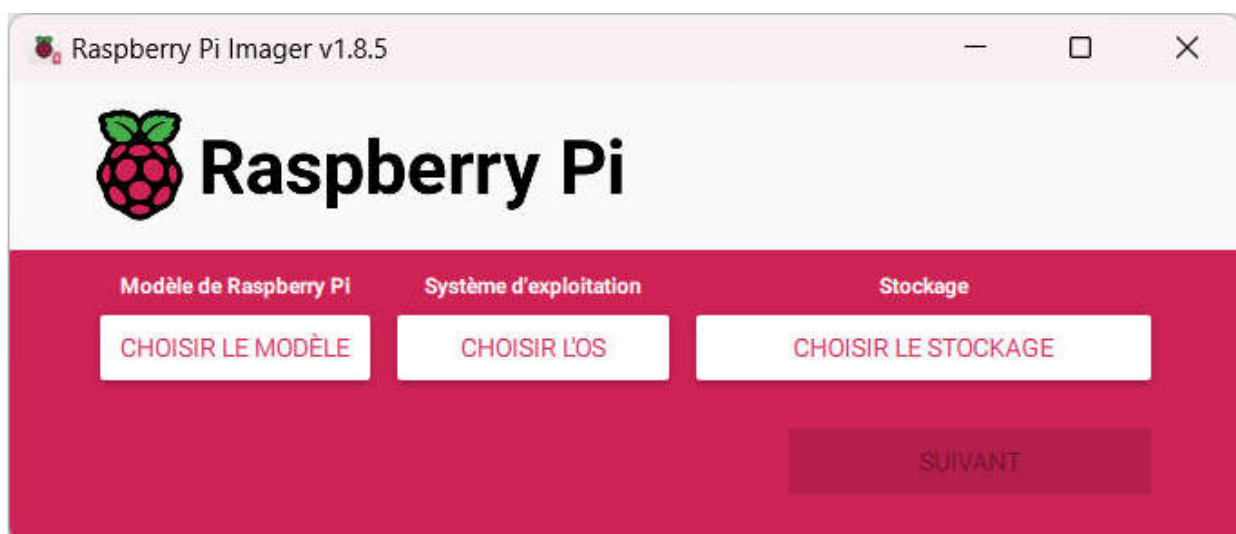


Figure 2 : Interface du logiciel *Raspberry Pi Imager*

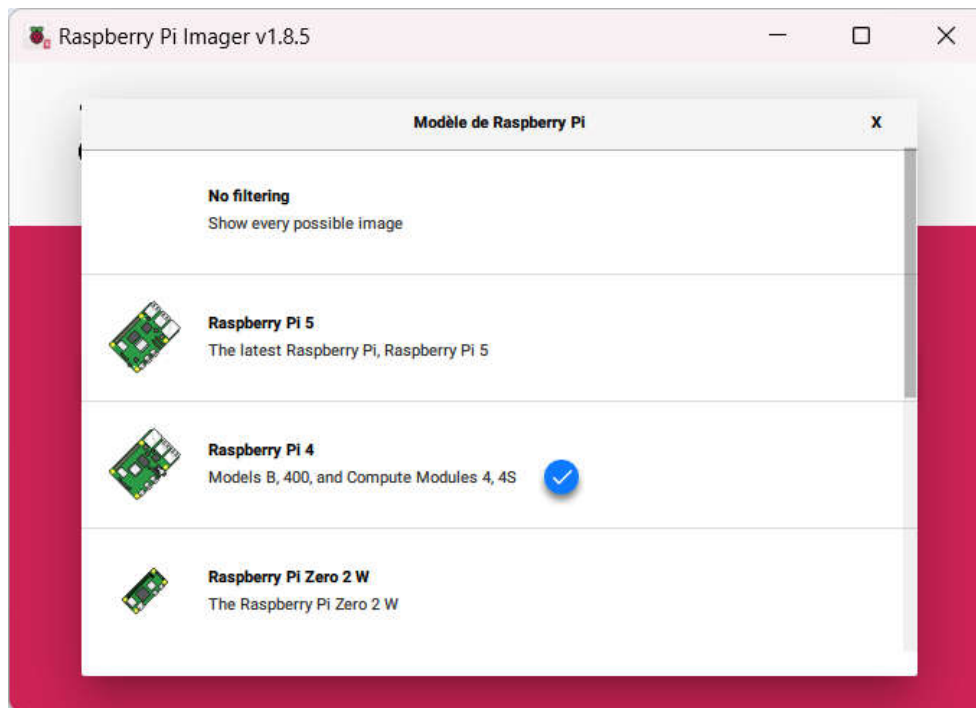


Figure 3 : Choix du modèle Raspberry Pi

Après avoir sélectionné le modèle de votre Raspberry Pi, passez à l'étape suivante pour choisir l'image du système d'exploitation. Cliquez sur « **Choisir l'OS** », puis sélectionnez **Raspberry Pi OS (64-bit)** parmi les options disponibles, comme illustré à la Figure 4.

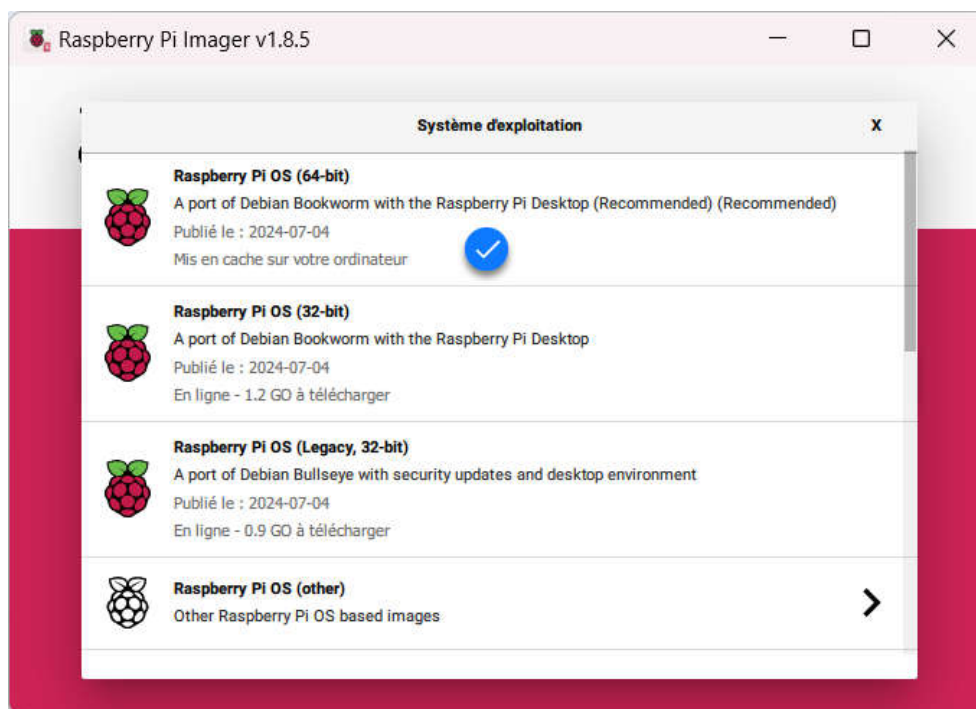


Figure 4 : Choix de l'OS du Raspberry Pi

Ensuite, comme montré dans la Figure 5, vous devez indiquer sur quelle carte microSD installer l'OS. Cliquez sur « **Choisir le stockage** » et sélectionnez la carte microSD que vous avez insérée précédemment dans votre ordinateur. Assurez-vous de bien choisir la bonne carte avant de continuer.

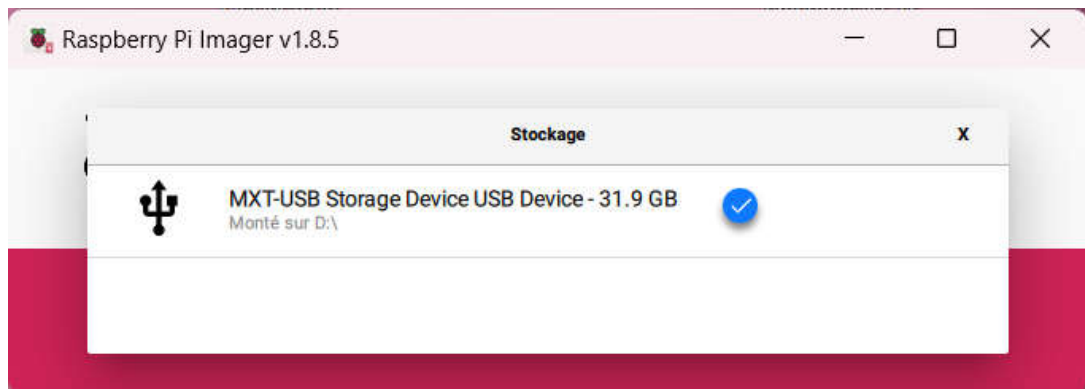


Figure 5: choix du stockage

Pour finaliser la préparation de la carte microSD cliquez sur « suivant » comme indiqué dans la Figure 6.

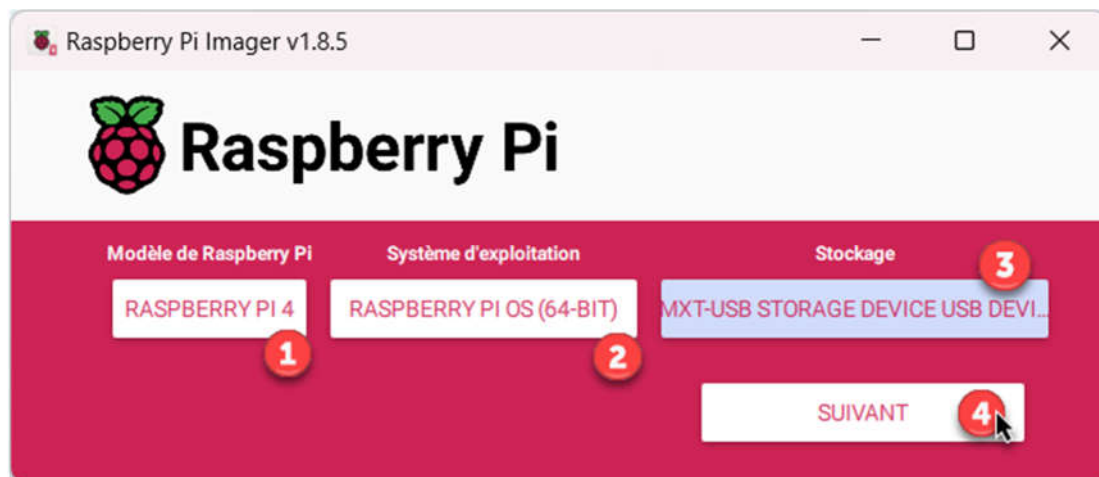


Figure 6 : Étapes finales de la préparation de la carte microSD.

Lorsque la fenêtre illustrée à la Figure 7 s'affiche, le logiciel Imager vous demandera d'appliquer la personnalisation du système d'exploitation. Cliquez sur le bouton "Modifier Réglages" pour accéder aux options de la personnalisation.



Figure 7 : Différente réglages de Personnalisation du système d'exploitation

2.3- Configuration réseau et SSH :

a- Menu de personnalisation du système d'exploitation :

Après avoir cliqué sur "Modifier les réglages", le menu de personnalisation du système d'exploitation s'affiche, comme le montre la Figure 8. Ce menu vous permet de configurer votre Raspberry Pi avant le premier démarrage. Vous pouvez préconfigurer :

- Le nom d'hôte de l'appareil
- Un nom d'utilisateur et un mot de passe
- Les identifiants Wi-Fi
- Le fuseau horaire
- Votre disposition de clavier
- La connectivité à distance

Figure 8 : Menu de personnalisation du système d'exploitation

b- Donner un nom d'hôte :

- Cochez la case du nom d'hôte et attribuez un nom à votre Raspberry Pi (par exemple : raspberrypi).

c- Configurer le mot de passe :

- Cochez " **Définir nom d'utilisateur et mot de passe**".
- Entrez un mot de passe pour l'utilisateur **pi**.

d- Configurer le Wi-Fi :

- Cochez " **Configurer le Wi-Fi**" et entrez :
- **SSID** : Nom de votre réseau Wi-Fi.
- **Mot de passe** : Mot de passe de votre réseau Wi-Fi.
- **Pays Wi-Fi** : Sélectionnez votre pays (ex. : **TN** pour la Tunisie).

e- Définir les réglages locaux :

- Sélectionnez la langue, le fuseau horaire, et la disposition du clavier.

f- Activer SSH :

Cliquez sur « **SERVICES** » puis Cochez " **Activer SSH**". Sélectionnez l'option " **Utiliser un mot de passe pour l'authentification**".

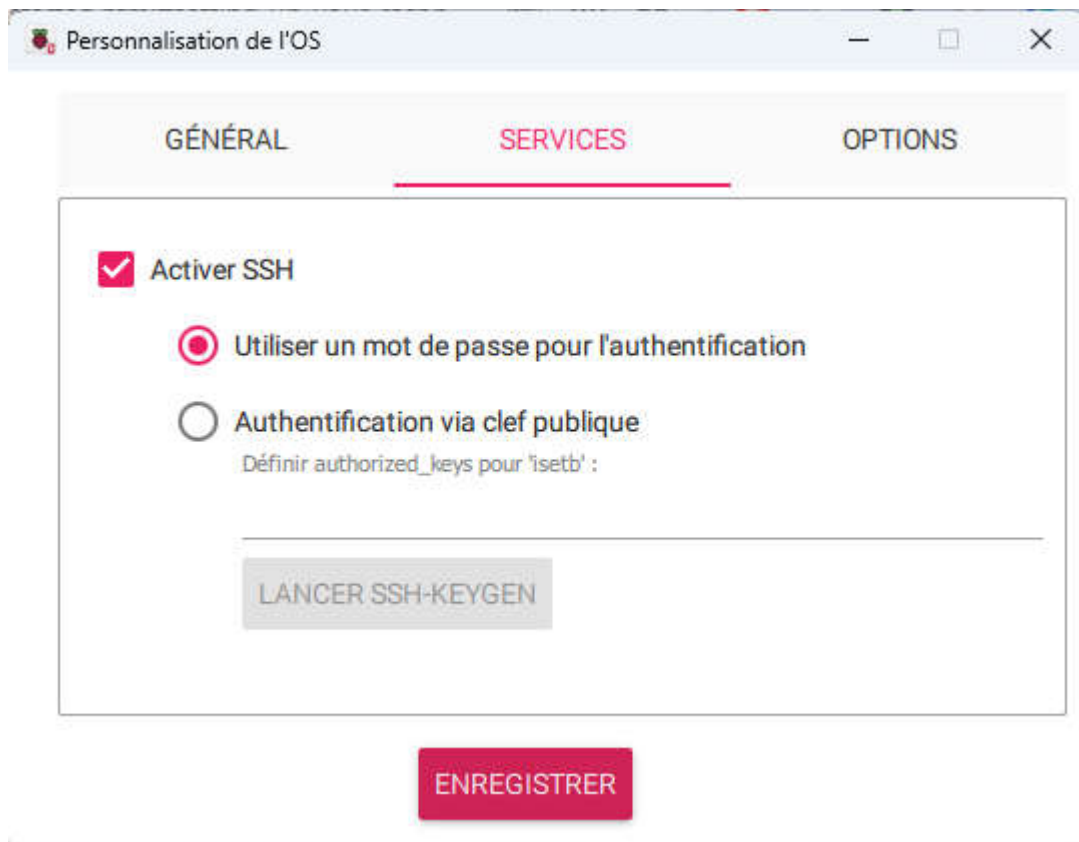


Figure 9 : Activation de SSH

g- *Enregistrer et quitter les options avancées :*

Cliquez sur "**ENREGISTRER**" une fois les configurations terminées. Quand la fenêtre de la Figure 10 s'affiche, cliquer sur « OUI » pour appliquer les réglages de personnalisation de l'OS,



Figure 10 : Validation des réglages de personnalisation de l'OS

2.4- Flasher la carte SD

a- *Démarrer le flashage :*

Si la fenêtre de la Figure 11 s'ouvre cliquez sur « OUI » pour supprimer toutes les données sur le périphérique de stockage et lancer le flashage de l'image sur la carte microSD. Attendez que l'opération soit terminée, comme le montre la Figure 12.



Figure 11 : Suppression des données sur le périphérique de stockage

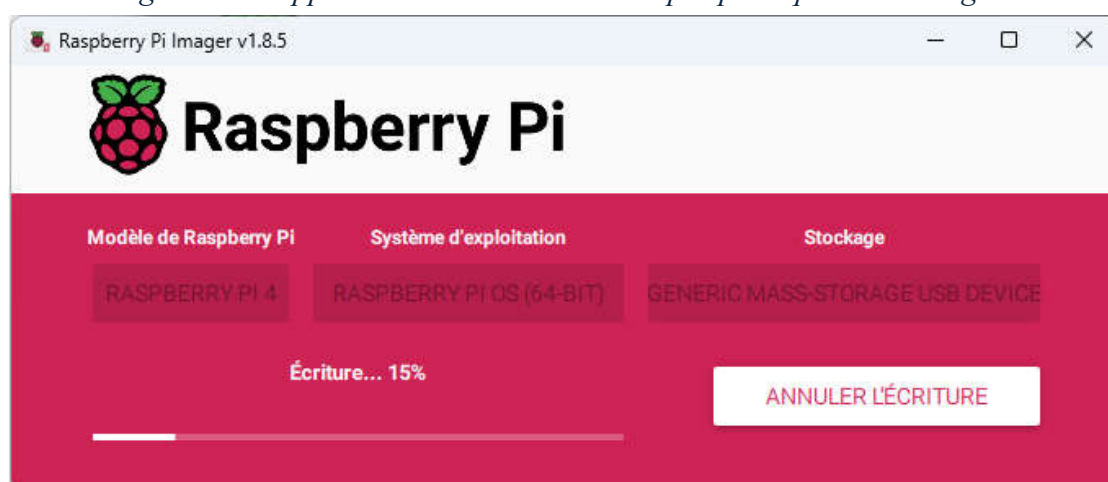


Figure 12 : flashage de l'image sur la carte microSD

b- Retirer la carte SD :

Une fois l'écriture sur la carte microSD réussie, la fenêtre illustrée à la Figure 13 s'affichera. Ensuite, retirez la carte SD de votre ordinateur puis cliquer sur « CONTINUER ».

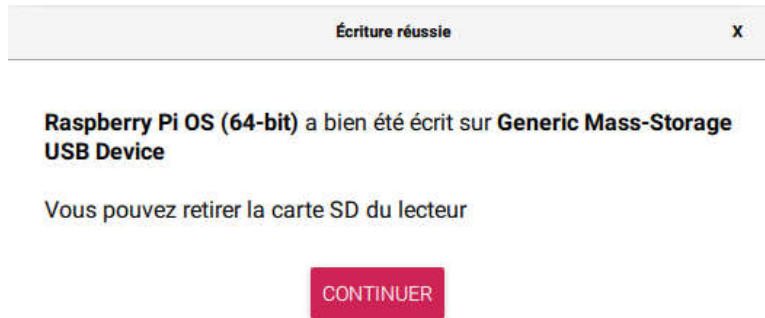


Figure 13 : Ecriture sur la carte microSD réussie

2.5- Démarrage du Raspberry Pi

a- Insérer la carte SD dans le Raspberry Pi :

Placez la carte microSD dans le Raspberry Pi 4.



b- Connecter au réseau :

Connectez un câble Ethernet à votre Raspberry Pi et placez le Raspberry Pi dans la zone de couverture du réseau Wi-Fi.



c- Brancher l'alimentation :

Branchez l'alimentation du Raspberry Pi. Il démarrera automatiquement.

2.6- Connexion au Raspberry Pi via SSH

a- Trouver l'adresse IP du Raspberry Pi :

Utilisez un scanner réseau pour trouver l'adresse IP du Raspberry Pi tel que le logiciel **Advanced IP Scanner** présenté à la Figure 14.

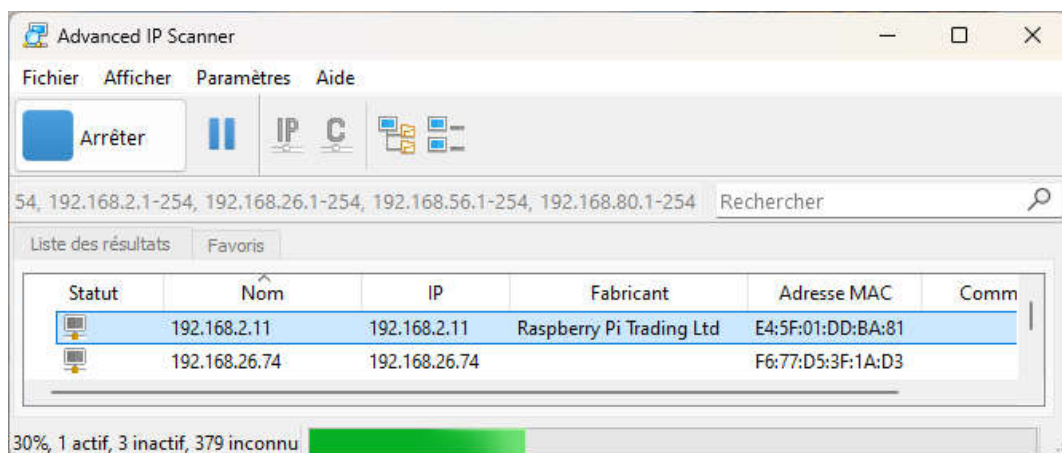



Figure 14 : Recherche de l'adresse IP du Raspberry Pi

b- Connexion via SSH :

- Ouvrez PuTTY  sur Windows : la fenêtre « PuTTY Configuration » apparaîtra, comme illustré à la Figure 15.

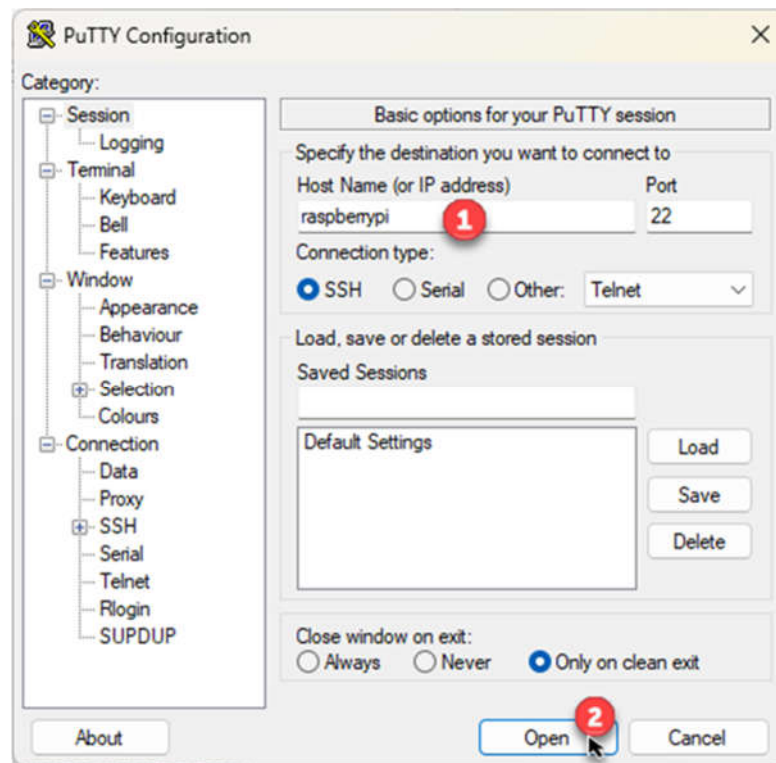


Figure 15 : fenêtre de configuration PuTTY

- Dans le champ « Host Name », saisissez le nom de l'hôte (ici *raspberrypi*) ou l'adresse IP trouvée via *Advanced IP Scanner*. Ensuite, cliquez sur « Open ». Une alerte de sécurité PuTTY, comme montré à la Figure 16, s'affichera. Cliquez sur « Accept ».

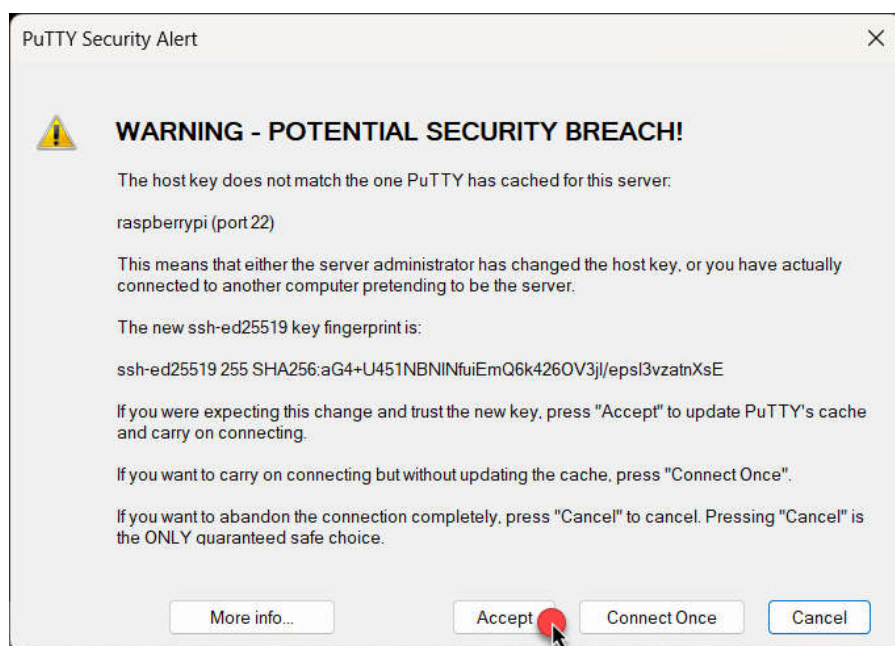


Figure 16 : Fenêtre d'alerte de sécurité PuTTY

Une fois cette étape franchie, la fenêtre de terminal de PuTTY s'ouvrira, vous demandant d'entrer vos identifiants de connexion, comme illustré à la *Figure 17*.

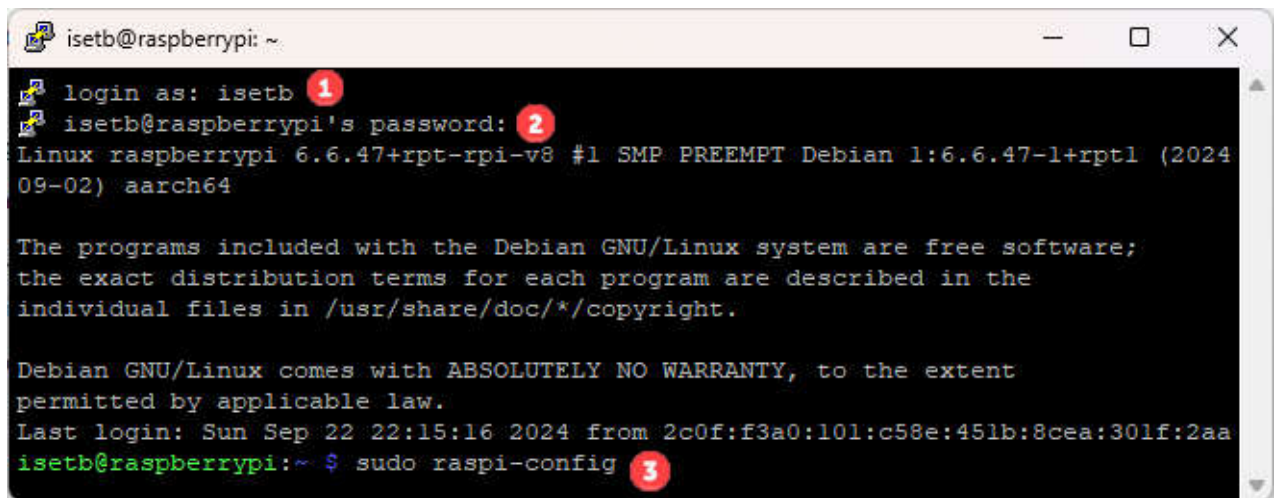


Figure 17: terminal de PuTTY, isetb@raspberrypi

Dans le terminal de PuTTY, tapez la commande suivante : **sudo raspi-config**, puis appuyez sur la touche Entrée. La fenêtre « Raspberry Pi Software Configuration Tool » apparaîtra, comme illustré à la Figure 18.

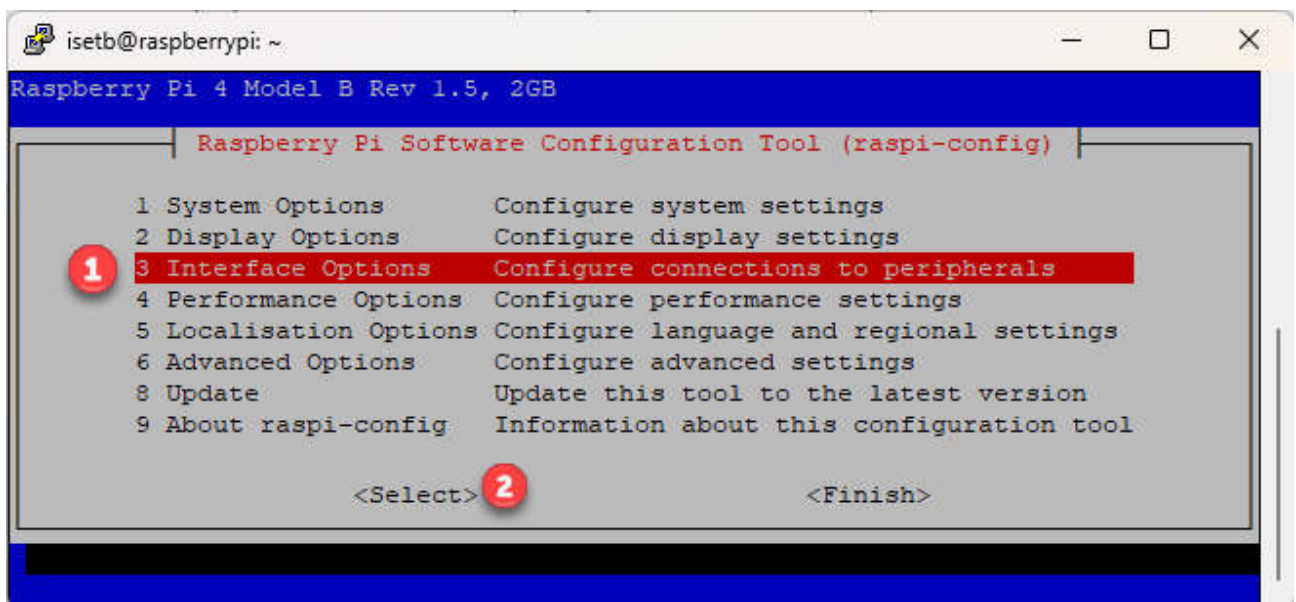


Figure 18: Fenêtre de l'outil de configuration logicielle Raspberry Pi

À l'aide des touches de direction du clavier, sélectionnez « Interface Options » et validez en appuyant sur « Select ». Lorsque la fenêtre illustrée à la Figure 19 s'affiche, choisissez « VNC » et activez le serveur VNC en sélectionnant « Ok », comme montré à la Figure 20.

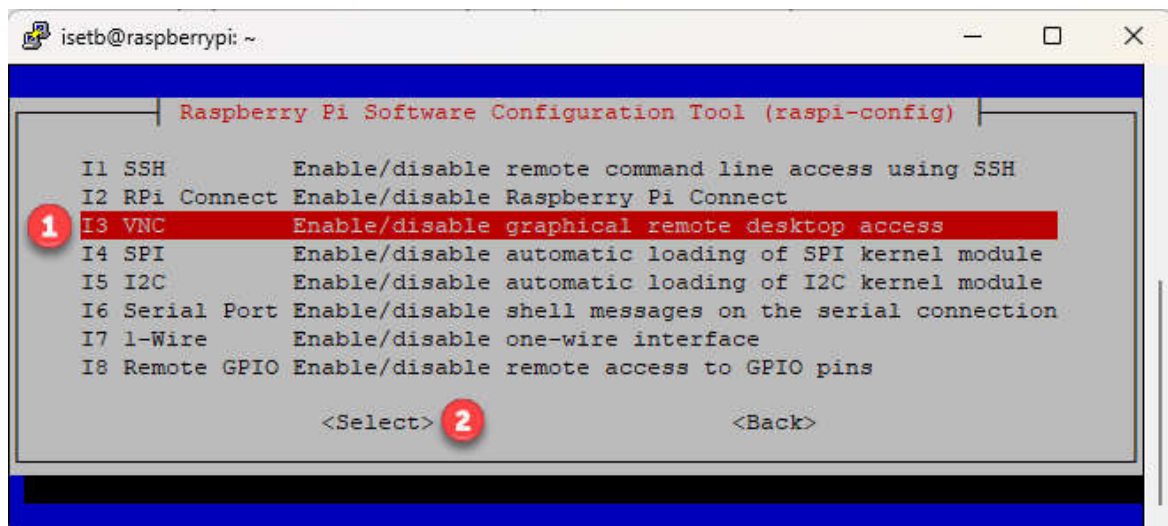


Figure 19: Sélection du serveur VNC

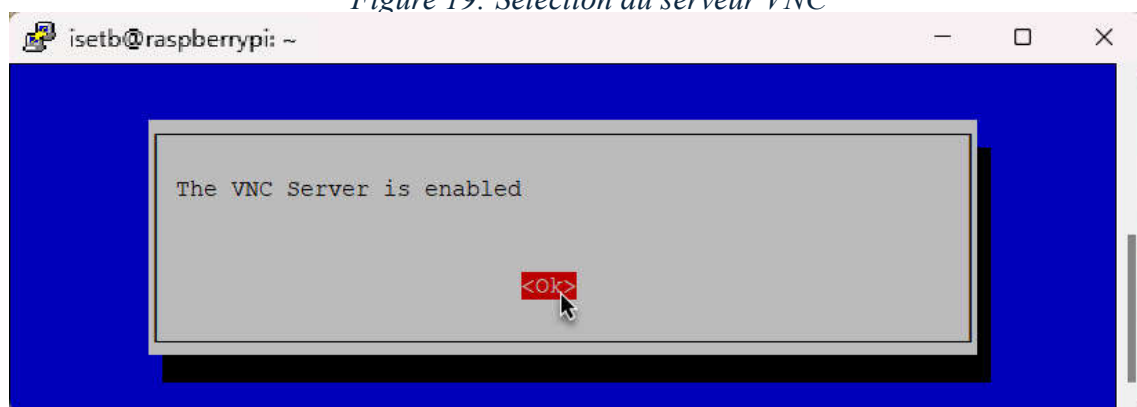


Figure 20: Activation du serveur VNC

Une fois terminé il faut redémarrer la carte Raspberry Pi , en tapant la commande suivante dans le terminal PuTTY : **sudo reboot**

3- Accès au bureau du Raspberry Pi via VNC :

Le serveur VNC étant activé sur Raspberry Pi. Téléchargez et installez **VNC Viewer** depuis le site officiel : <https://www.realvnc.com>.

Ouvrez VNC Viewer, Figure 21 , puis dans le champ de connexion, saisissez le nom de l'hôte ou de l'adresse IP de votre Raspberry Pi, puis appuyez sur "Connect".

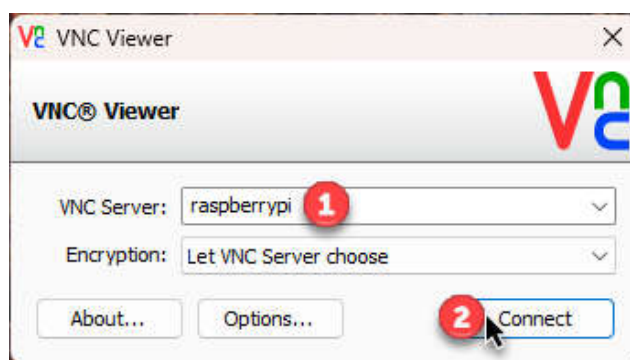


Figure 21: Fenêtre du VNC Viewer

Une fenêtre d'authentification s'ouvrira, Figure 22, vous demandant de saisir le nom d'utilisateur (ici isetb) et le mot de passe (isetb). Si la fenêtre d'alerte de serveur VNC s'affiche comme illustré à la Figure 23, cliquer sur « Oui »

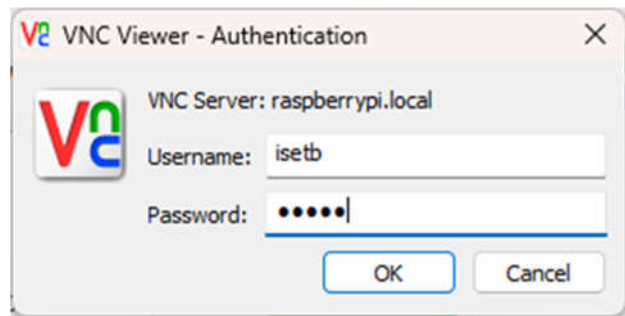


Figure 22: Fenêtre d'authentification du VNC Viewer

Une fois connecté, vous aurez accès à l'interface graphique du Raspberry Pi directement depuis votre ordinateur via VNC Viewer. Comme l'indique la Figure 24, vous pouvez contrôler votre Raspberry Pi à distance, comme si vous utilisiez directement le bureau sur un écran connecté à la carte.

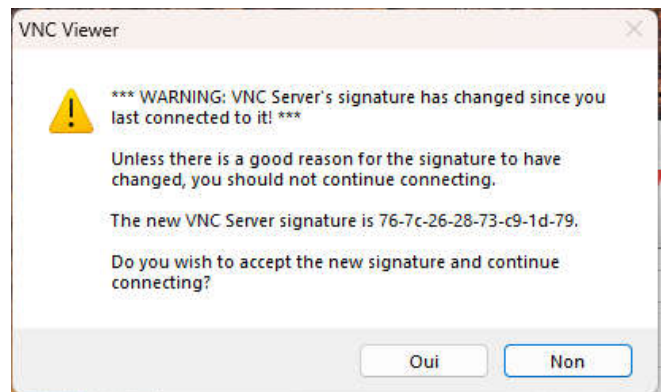


Figure 23: Fenêtre d'alerte de serveur VNC

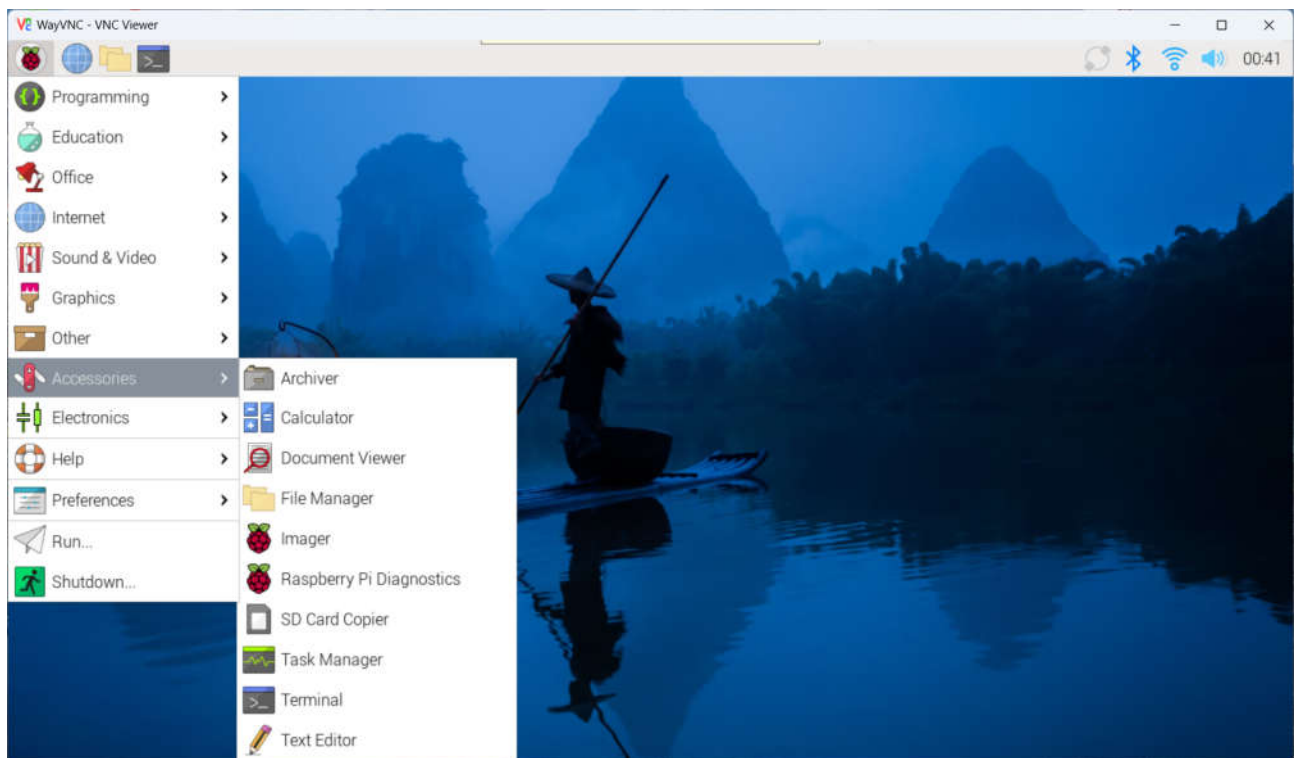


Figure 24: Accès au Bureau du Raspberry Pi via VNC

4-Configuration du Raspberry Pi via l'interface graphique :

1. Accéder à "Raspberry Pi Configuration" :

- Allume le Raspberry Pi et connecte-toi.
- Sur le bureau, clique sur le **Menu (en haut à gauche)**.
- Va dans **Préférences**, puis sélectionne **Raspberry Pi Configuration**.

2. Onglet "System" (Système) :

Cet onglet te permet de configurer plusieurs options importantes :

- **Changer le mot de passe :**
 - Clique sur **Change Password**.
 - Une fenêtre s'ouvrira où tu pourras entrer et confirmer le nouveau mot de passe pour l'utilisateur pi.
- **Nom d'hôte :**
 - Tu peux modifier le **nom de l'appareil** (hostname) qui identifie ton Raspberry Pi sur le réseau.
- **Auto-login :**
 - Tu peux choisir d'activer ou non la connexion automatique de l'utilisateur pi au démarrage du Raspberry Pi.
- **Boot :**
 - Tu peux choisir si le Raspberry Pi démarre directement sur le bureau (mode graphique) ou en mode console (terminal).
- **Network at Boot :**
 - Activer cette option permet de s'assurer que le Raspberry Pi attend qu'une connexion réseau soit disponible avant de terminer le démarrage.

3. Onglet "Display" (Affichage) :

- **Résolution d'écran :**
 - Sélectionne la bonne **résolution** pour ton écran depuis ce menu déroulant.
 - Si l'écran ne s'affiche pas correctement, tu peux forcer une résolution adaptée.
- **Underscan :**
 - Active ou désactive l'**underscan** si tu remarques que l'affichage ne prend pas tout l'espace de l'écran ou déborde.

4. Onglet "Interfaces" :

Cet onglet permet d'activer ou de désactiver les interfaces de communication du Raspberry Pi.

- **SSH** : Pour accéder à ton Raspberry Pi via le terminal à distance.
- **VNC** : Pour un contrôle graphique à distance via VNC Viewer.
- **SPI** : Interface série utilisée pour la communication avec certains périphériques.
- **I2C** : Protocole de communication avec divers capteurs ou périphériques.
- **Serial (Série)** : Pour activer l'interface UART (série).
- **1-Wire** : Interface pour connecter des périphériques 1-Wire (par ex., capteurs de température).
- **Remote GPIO** : Pour contrôler les broches GPIO à distance.

Active simplement les interfaces dont tu as besoin en cliquant sur **Enable** (Activer), puis sur **OK** pour appliquer les modifications.

5. Onglet "Performance" (Performances) :

- **Overclocking** : Si tu veux augmenter la fréquence du processeur pour des performances plus élevées, tu peux le faire ici. Mais attention, cela peut rendre ton système instable si mal utilisé.
- **Memory Split** : Tu peux définir combien de mémoire (RAM) est allouée au GPU (pour les applications graphiques et vidéo).

6. Onglet "Localisation" :

Cet onglet te permet de configurer les paramètres de localisation (langue, fuseau horaire, clavier, etc.).

- **Locale** (Langue et région) :
 - Clique sur **Set Locale**, puis choisis ta langue (par exemple, **fr_FR.UTF-8** pour le français) et ta région.
- **Timezone** (Fuseau horaire) :
 - Clique sur **Set Timezone**, puis sélectionne le bon fuseau horaire en fonction de ta localisation (par exemple, **Europe/Paris**).
- **Keyboard Layout** (Disposition du clavier) :
 - Clique sur **Set Keyboard** pour sélectionner la bonne disposition du clavier (par exemple, **Français (AZERTY)**).
- **Wi-Fi Country** (Pays du Wi-Fi) :
 - Sélectionne le **pays** dans lequel tu utilises ton Raspberry Pi afin de respecter les réglementations locales sur les canaux Wi-Fi (par exemple, France).

7. Connexion à un réseau Wi-Fi :

- Si tu n'es pas déjà connecté à un réseau Wi-Fi, clique sur l'icône Wi-Fi dans la barre des tâches (en haut à droite).

- Sélectionne ton réseau Wi-Fi, saisis ton mot de passe et connecte-toi.

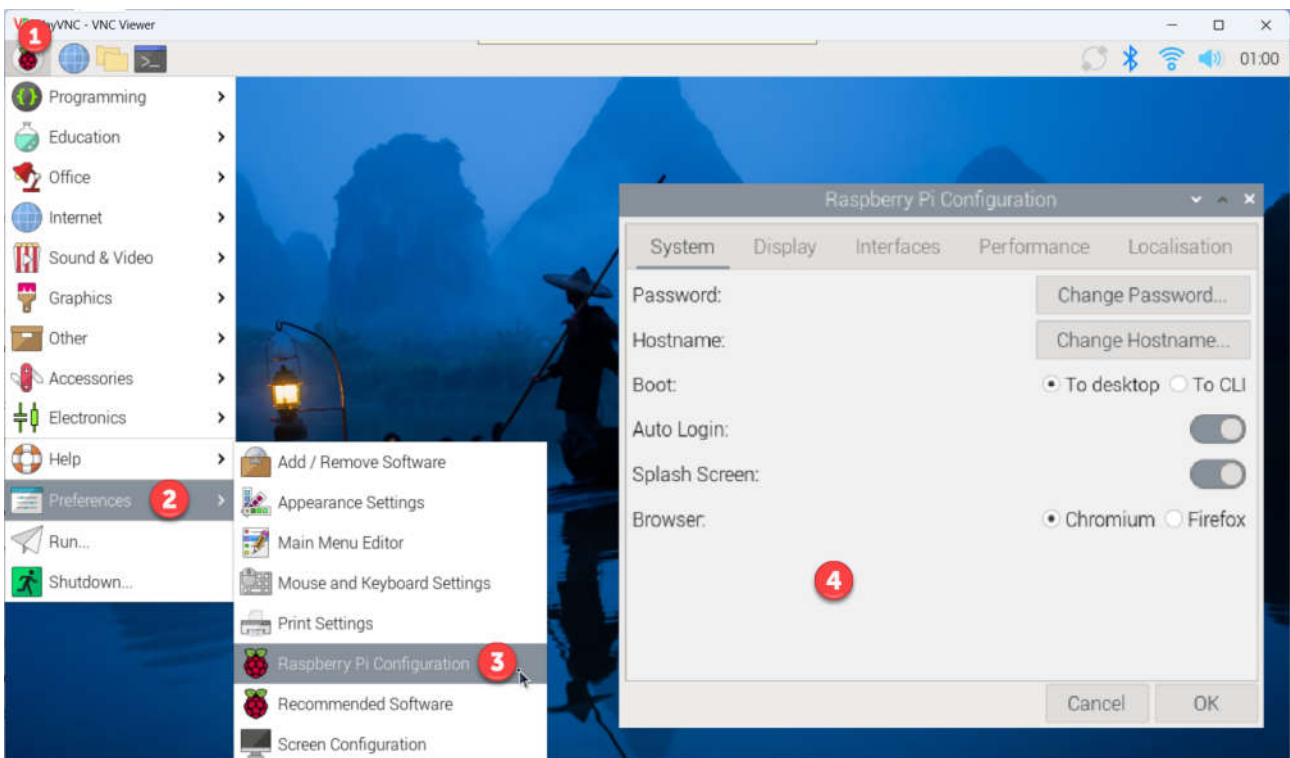
8. Appliquer les changements :

- Une fois tous tes réglages effectués, clique sur **OK** pour les appliquer.
- Certains changements nécessitent un redémarrage. Si nécessaire, une fenêtre te demandera de redémarrer le Raspberry Pi pour que les modifications prennent effet.

Résumé des principaux paramètres :

- **Système** : Changer mot de passe, nom d'hôte, paramètres de démarrage.
- **Affichage** : Résolution d'écran et paramètres de l'affichage.
- **Interfaces** : Activer/désactiver SSH, VNC, SPI, I2C, GPIO, etc.
- **Localisation** : Régler la langue, le fuseau horaire, la disposition du clavier, et le pays Wi-Fi.
- **Performances** : Régler l'overclocking et l'allocation mémoire pour le GPU.

Ces réglages permettent de personnaliser ton Raspberry Pi pour qu'il soit parfaitement adapté à tes besoins, le tout via l'interface graphique.



Conclusion

À la fin de ce TP, vous aurez installé **Raspberry Pi OS (64 bits)** en mode **headless** et configuré le Raspberry Pi pour qu'il soit accessible via SSH et le serveur VNC. Vous pouvez maintenant l'utiliser pour des projets de programmation, d'automatisation, ou d'IoT.

Bibliographie

- [1] F. Perdrue, «framboisepi,» 21 juin 2004. [En ligne]. Available: <https://framboisepi.fr/raspberry-pi-4/>. [Accès le 15 09 2024].
- [2] R. P. Foundation, «Raspberrypi,» 2024. [En ligne]. Available: <https://www.raspberrypi.com/>. [Accès le 15 Septembre 2024].