Raspberry Pi Pinout GPIO 40 Broches & Fiche Mémo Linux

Connecteur 40 Broches, vcgencmd, Watchdog, OverlayFS, ZRAM & PCIe Gen 3 (2026)

1. Brochage Couleur GPIO 40 Broches & Alimentation

40-Pin Header

3.3V Pin 1 (3V3 PWR)	Pin 2 (5V0 PWR) 5V0
I2C Pin 3 (GPIO 2 / SDA1)	Pin 4 (5V0 PWR) 5V0
I2C Pin 5 (GPIO 3 / SCL1)	Pin 6 (GND Masse) GND
GP Pin 7 (GPIO 4 / GPCLK0)	Pin 8 (GPIO 14 / TXD0) UART
GND Pin 9 (GND Masse)	Pin 10 (GPIO 15 / RXD0) UART
GP Pin 11 (GPIO 17)	Pin 12 (GPIO 18 / PWM0) PWM
GP Pin 13 (GPIO 27)	Pin 14 (GND Masse) GND
GP Pin 15 (GPIO 22)	Pin 16 (GPIO 23) GP
3.3V Pin 17 (3V3 PWR)	Pin 18 (GPIO 24) GP
SPI Pin 19 (GPIO 10 / MOSI)	Pin 20 (GND Masse) GND
SPI Pin 21 (GPIO 9 / MISO)	Pin 22 (GPIO 25) GP
SPI Pin 23 (GPIO 11 / SCLK)	Pin 24 (GPIO 8 / CE0) SPI
GND Pin 25 (GND Masse)	Pin 26 (GPIO 7 / CE1) SPI
ID Pin 27 (ID_SD / EEPROM)	Pin 28 (ID_SC / EEPROM) ID
GP Pin 29 (GPIO 5)	Pin 30 (GND Masse) GND
GP Pin 31 (GPIO 6)	Pin 32 (GPIO 12 / PWM0) PWM
PWM Pin 33 (GPIO 13 / PWM1)	Pin 34 (GND Masse) GND
PCM Pin 35 (GPIO 19 / PCM_FS)	Pin 36 (GPIO 16) GP
GP Pin 37 (GPIO 26)	Pin 38 (GPIO 20 / PCM_DIN) PCM
GND Pin 39 (GND Masse)	Pin 40 (GPIO 21 / PCM_DOUT) PCM

ATTENTION CRITIQUE : Les broches GPIO sont en **3.3V LVTTL** ! Une tension de 5V détruira irrémédiablement le SoC Broadcom. Utilisez un convertisseur de niveau.

2. Commandes Essentielles de Diagnostic vcgencmd

Diagnostic

Commande	Description	Valeur Attendue / Sortie
`vcgencmd measure_temp`	Température Cœur	`temp=48.2'C` (Max 80°C)
`vcgencmd measure_volts`	Tension Cœur SoC	`volt=0.8500V` (<4.63V)
`vcgencmd measure_clock arm`	Fréquence CPU Active	`frequency(48)=2400000000`
`vcgencmd get_mem arm/gpu`	Allocation RAM	`arm=3968M gpu=128M`
`vcgencmd get_throttled`	Santé Tension & Chaleur	`throttled=0x0` (Optimal)

```
# Analyse du Masque de Bits get_throttled :
0x1: Sous-Tension Active (<4.63V!) | 0x2: Fréquence CPU Bridée
0x4: Étranglement Thermique (>80°C) | 0x50000: Sous-Tension Passée
```

3. Système de Fichiers Racine Lecture Seule OverlayFS

Zero Corruption

```
# 1. Activer le système de fichiers racine Overlay :
sudo raspi-config
# -> Performance Options -> Overlay File System -> Enable -> Yes
# -> Boot partition read-only -> Yes -> Reboot
mount | grep "overlay on /" # (Zéro corruption SD même en coupant le courant brutalement !)
```

4. Compression Mémoire ZRAM (Zéro Usure SD)

RAM Boost

```
# 1. Désactiver le fichier swap sur carte SD :
sudo dphys-swapfile swapoff && sudo systemctl disable dphys-swapfile
# 2. Installer zram-tools et éditer /etc/default/zramswap :
sudo apt update && sudo apt install -y zram-tools
PERCENTAGE=60 # 60% de la RAM en swap compressé
ALGO=lz4 # Algorithme lz4 ultra-rapide (Zéro goulot CPU)
sudo systemctl restart zramswap && zramctl
```

5. Timer Watchdog Matériel (Système Anticrash)

Broadcom Hardware

```
# 1. Ajouter dans /boot/firmware/config.txt :
dtparam=watchdog=on
# 2. Activer dans /etc/systemd/system.conf :
RuntimeWatchdogSec=14s   RebootWatchdogSec=10min
# 3. Test : Redémarrage à froid matériel en 15s si le noyau gèle !
echo 1 | sudo tee /proc/sys/kernel/sysrq && echo c | sudo tee /proc/sysrq-trigger
```

6. Mode Gadget USB OTG (Ethernet sur USB)

Headless

```
# Pi Zero / Zero 2W / Pi 4 (Connexion SSH directe avec un seul câble USB) :
1. boot/config.txt: dtoverlay=dwc2
2. boot/cmdline.txt: modules-load=dwc2,g_ether
3. Créer les fichiers 'ssh' et 'userconf.txt' dans boot.
ssh pi@raspberrypi.local # (Accès direct terminal par simple câble USB !)
```

7. Raspberry Pi 5 PCIe Gen 3 & Démarrage NVMe SSD

870+ MB/s

```
# 1. Ajouter dans /boot/firmware/config.txt :
dtparam=pciex1
dtparam=pciex1_gen=3 # Forcer PCIe Gen 3.0 (870+ Mo/s)
# 2. Configurer la priorité EEPROM : (6=NVMe, 1=Carte SD)
sudo rpi-eeprom-config --edit # BOOT_ORDER=0xf416
```

8. Sécurité Électrique GPIO & Limites de Courant

Electrical Limits

Paramètre	Limite Sûre	Description & Précautions
Tension d'Entrée	`4.85V - 5.25V`	Sous 4.63V : bridage de fréquence ou redémarrage.
Courant par Broche	`16 mA (Max)`	Courant de travail recommandé : 3 - 8 mA.
Budget Total GPIO	`50 mA (Total)`	Piloter relais et moteurs via transistors externes.
Résistances Internes	`~50 kΩ`	Valeur de tirage logiciel pull-up / pull-down.