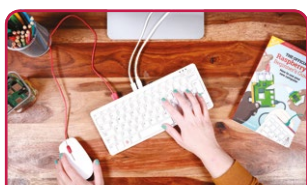


Le manuel *officiel* du

RASPBERRY PI



Prise en main
du Raspberry Pi



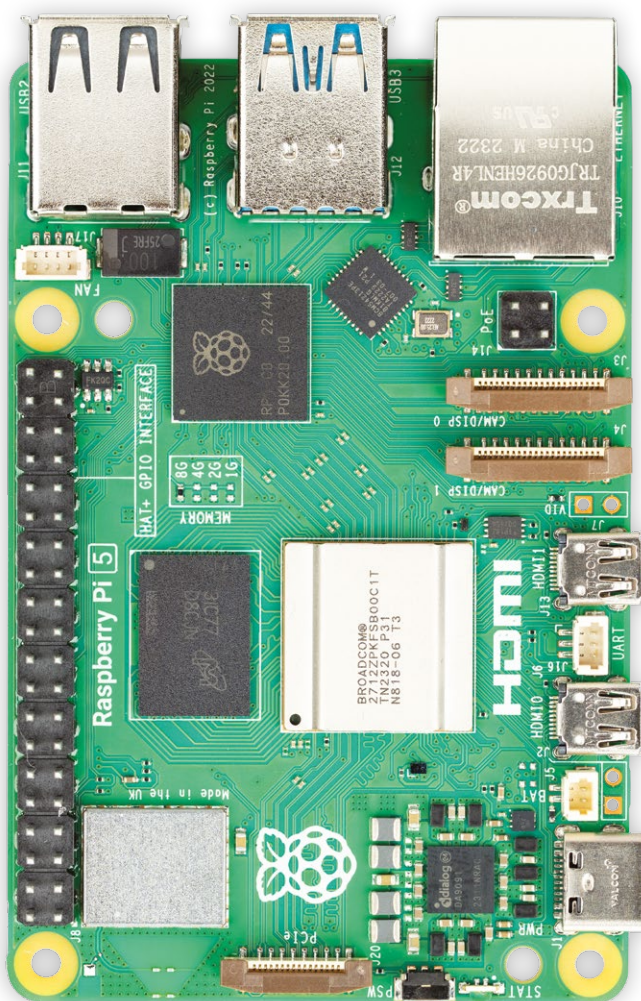
Mini-
rover martien



Posemètre à lumière
incidente « maison »



Apprenez l'électronique
avec la Pico W

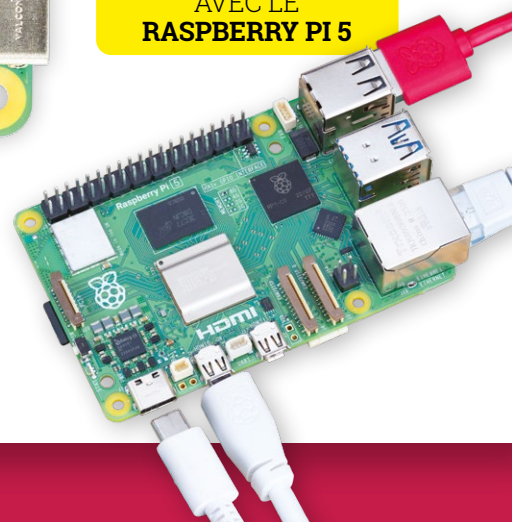


Mini-console
MicroPython



Modules Camera
prise en main

FAIRE CONNAISSANCE
AVEC LE
RASPBERRY PI 5



228 pages
Raspberry Pi



Réalisés par les créateurs du *MagPi*, le magazine officiel de Raspberry Pi



BIENVENUE !

L'ai eu beaucoup de mal à choisir les articles et les projets à inclure dans ce livre, car la communauté Raspberry génère tellement de projets intéressants qu'il serait dommage d'en écarter certains. En parcourant la liste, j'ai été stupéfait de la qualité de tous ces projets. J'ai toujours su que l'on pouvait faire des choses formidables avec le Raspberry Pi ; les projets mentionnés dans ce livre en sont la preuve !

Vous trouverez également dans ce manuel des informations détaillées sur le Raspberry Pi 5, le plus performant et le plus rapide des cartes Raspberry Pi. Découvrez les dix nouveaux composants de la carte (y compris la connectivité PCI Express) et comment ils pourront améliorer vos projets. Nous sommes tous très enthousiastes à propos de son potentiel.

Je vous laisse lire ce livre de 228 pages et découvrir tous les autres articles intéressants. Amusez-vous bien !

Patrick Wielders

MagPi

Le manuel officiel du
Raspberry Pi en français

POWERED BY
eLektor

Raspberry Pi
APPROVED RESELLER

© Elektor 2024

Directeur de la publication :
Donatus Akkermans

Éditeur : Patrick Wielders

MagPi est édité par :
PUBLITRONIC SARL
c/o Regus Roissy CDG
1 rue de la Haye
BP 12910
FR-95731 Roissy CDG cedex
www.magpi.fr

Rédacteurs : Lucy Hattersley,
Rob Zwetsloot, Nicola King

Auteurs : David Crookes, PJ Evans,
Rosemary Hattersley, Edwin Jones,
Phil King, KG Orphanides

Coordination : Mariline Thiebaut-Brodier

Traducteurs : Pascal Godart,
Hervé Moreau, Denis Lafourcade

Maquette : criticalmedia.co.uk
Illustrations : Sam Alder

Impression : Ipskamp Printing B.V.
Enschede (Pays-Bas)

Service aux lecteurs : contact@magpi.fr

Publicité : Būsra Kas
busra.kas@elektor.com

f MagPiFR **t** MagPi_FR



MagPi - le magazine officiel du Raspberry Pi (version française) est une version sous licence du magazine MagPi publié par Raspberry Pi (Trading) Ltd, 30 Station Road, Cambridge, CB12JH (Royaume Uni). Tous les contenus de ce magazine sont soumis à la licence Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0).



Sommaire

38



06
Faire
connaissance
avec le
**Raspberry
Pi 5**



14 Idées d'usage
20 Régulation thermique
26 Bancs d'essai

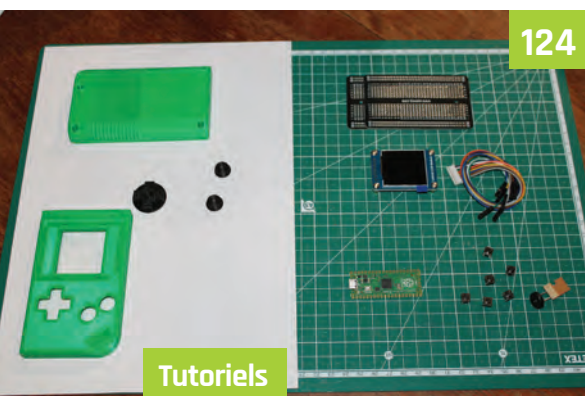
Projets

- 32 Zootrope numérique
- 34 Fireballs Aotearoa
- 38 Sphère à LED
- 40 LEGO™ Submarine 4.0
- 44 PoleFX, barre de danse
- 48 Manteau pour chien tape-à-l'oeil
- 52 PicoStepSeq, séquenceur MIDI
- 54 Moniteur de système poids plume
- 56 Maka Niu, mission en eaux profondes
- 60 Mini-rover martien
- 62 PiRitos, interface informatique
- 66 Photon, posemètre à lumière incidente « maison »
- 68 Simulateur de vol alternatif
- 70 Compteur Geiger
- 72 Système d'inclinaison Heavy Pan Tilt
- 76 Pompe doseuse pour aquarium
- 78 Herbie_Bot, pulvérisateur à batterie
- 80 Greening the Spark, simulateur écologique
- 82 Surveillance acoustique avec Bugg.xyz
- 86 PiFinder, positionnement astronomique
- 88 Picam pour l'Antarctique
- 92 Trainbot/OnlyTrains, photographe des trains
- 96 Ohsillyscope, visualiser la musique
- 98 Paragraphica, appareil photo à IA
- 102 Suivi de vol avec météo

Prise en main du
Raspberry Pi
Configurer est
très simple.



82



Mini-console MicroPython

- 124** Construction
- 132** Codage d'un jeu

Modules Camera

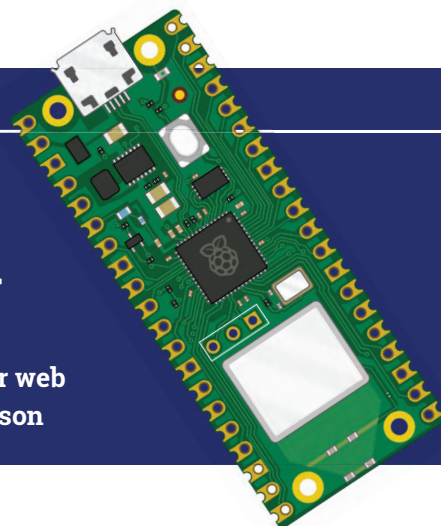
- 136** Filmez sous l'eau avec un module Camera
- 140** Prise en main
- 146** Photographies
- 150** Capture vidéo
- 156** Fenêtre de prévisualisation
- 160** Les différents réglages
- 166** Comprendre leurs modes

Intelligence artificielle

- 170** Transcripteur à reconnaissance vocale automatique
- 174** Codage de son propre agent ChatGPT
- 178** Test d'un agent conversationnel open source
- 182** Assemblage d'un conteur d'histoires avec DeepAI
- 187** Écrire un jeu d'aventures textuel avec Inform

190 Apprenez l'électronique avec la **Pico W**

- 194** Implanter un serveur web
- 198** Connectez votre maison



Banc d'essai

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 210 EPD Pico Kit | 220 Kit EXT3-1 et écran à encre électronique de 3,70" |
| 212 Kit de démarrage MicroPi | 222 Inky Impression 7.3" |
| 214 reTerminal E10-1 | 223 WuKong 2040 |
| 215 RelayFi | 224 Console de jeux rétro Kitronik ZIP96 |
| 216 Inventor 2040 W | 226 Cosmic Unicorn* |
| 217 Moteur 2040 | * Pico W à bord |
| 218 Plasma Stick 2040 W* | |
| 219 Inky Frame 4.0" * | |

140



Présentation du...

Raspberry Pi 5

Jusqu'à **trois fois plus rapide**, doté de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles connexions et de nouvelles capacités : le Raspberry Pi 5 a tout ce que nous pouvions espérer d'un nouvel ordinateur Raspberry Pi.

Lucy Hattersley

Raspberry Pi 5. Vous allez en entendre parler. C'est le moment que nous attendions avec impatience.

La nouvelle génération de Raspberry Pi est en cours de développement depuis des années, et nous pouvons enfin lever le voile sur les caractéristiques, le processus de conception et les fonctions de cette nouvelle carte.

Pour la première fois, cet ordinateur est doté d'un circuit intégré conçu par Raspberry Pi. Cette nouvelle puce, baptisée RP1, permet au Raspberry Pi 5 d'améliorer considérablement les performances et les fonctionnalités des périphériques. Elle a également libéré beaucoup d'espace sur la carte de taille habituelle, qui comporte désormais dix nouveaux composants. Le Raspberry Pi 5 reste l'ordinateur monocarte que nous connaissons et que nous aimons, en son

cœur se trouve un processeur ARM Cortex-A76 quadricœur à 2,4 GHz qui rend le Raspberry Pi 5 deux à trois fois plus rapide que son prédécesseur. Deux modèles sont disponibles pour le lancement : 4 Go et 8 Go. Tous deux sont dotés d'une mémoire SDRAM cadencée à 4267 MHz.

La carte conserve les dimensions de la précédente, mais elle est dotée de nouvelles fonctions. Elle dispose d'un bouton marche/arrêt à côté de la LED d'état, d'une horloge temps réel, d'un connecteur Raspberry Pi pour PCIe afin de prendre en charge les périphériques rapides, y compris les disques NVMe (il y a toujours un emplacement pour carte SD, qui fonctionne maintenant deux fois plus vite qu'auparavant) ; il y a deux connecteurs DSI/CSI à 4 voies auxquels on peut raccorder deux modules caméra ou deux écrans, ou bien une caméra et un écran. La carte dispose de deux connecteurs HDMI et vous pouvez désormais piloter deux écrans 4K fonctionnant tous deux à 60 images/seconde, contre 30 images/seconde sur le Raspberry Pi 4. Il y a même un connecteur UART et un connecteur pour la ventilation afin d'alimenter un nouveau boîtier avec ventilateur intégré.

Le Raspberry Pi 5 sera livré fin octobre, et les abonnés à la newsletter MagPi seront informés de sa disponibilité.

Le Raspberry Pi 5 est une excellente mise à jour de notre nano-ordinateur préféré. C'est le plongeoir sur lequel nous avons rebondi pendant des mois, le moment est venu de sauter dans le grand bain.





10 nouveaux composants

Les ingénieurs chez Raspberry Pi ont intégré une quantité incroyable de technologies supplémentaires sur une carte dont les dimensions ne changent pas.

- 1 Puce Broadcom BCM2712
- 2 Contrôleur d'E/S RP1
- 3 Bouton marche/arrêt
- 4 Deux connecteurs DSI/CSI
- 5 Connecteur Raspberry Pi pour PCIe
- 6 Connecteur de débogage UART
- 7 Connecteur d'alimentation pour ventilateur et refroidisseur actif
- 8 Horloge temps réel avec connecteur de batterie
- 9 Circuit intégré de gestion de l'énergie
- 10 Supports pour dissipateur

Faire connaissance avec le Raspberry Pi 5

Guide détaillé du nouveau nano-ordinateur Raspberry Pi

Spécifications

Processeur quadricoeur Cortex-A76 à 64 bits, cadencé à 2,4 GHz

GPU VideoCore VII

SDRAM LPDDR4X à 4267 MHz, 4 Go / 8 Go

Micro-SD (SDR104 pris en charge)

2 ports micro-HDMI (prise en charge jusqu'à 4Kp60)

2 ports USB 3.0

2 ports USB 2.0

2 connecteurs à 4 voies pour module caméra ou périphériques d'affichage (vendus séparément)

Port Ethernet Gigabit

Liaison sans fil 802.11b/g/n/ac

Bluetooth 5.0

Compatible PoE (nécessite le HAT PoE, vendu séparément)

Connecteur Raspberry Pi pour PCIe (nécessite un HAT M.2, vendu séparément)

Bouton marche/arrêt

Connecteur pour ventilateur

Connecteur UART

Horloge temps réel, avec connecteur pour batterie de secours

Alimentation USB-C 5 V/5 A recommandée, 5 V/3 A minimum requis (vendue séparément)

RAM

Il y a ici 8 Go de LPDDR4 sous la forme d'une puce Micron.



PCIe

Un nouveau bus d'extension PCI Express à grande vitesse est positionné sur le bord de la carte. Un adaptateur (à venir) permettra de connecter un disque M.2 directement au Raspberry Pi 5, ainsi que d'autres périphériques spéciaux.

Alimentation

La puce de gestion de l'alimentation Renesas/Dialog DA9091 « Gilmour » est une version sur mesure qui fournit l'alimentation aux différents composants.

Bouton marche/arrêt

Un bouton marche/arrêt, l'une des fonctions les plus demandées, a finalement été ajouté au Raspberry Pi 5. La LED d'état est à côté du bouton marche/arrêt.



Alimentation USB-C

Le Raspberry Pi 5 nécessite une alimentation externe USB-C.

Puce BCM2712

Le cœur couleur argent du Raspberry Pi 5 est la nouvelle architecture SoC (System-on-Chip) BCM2712 de Broadcom. Elle contient un processeur ARM Cortex-A76 quadricœur cadencé à 2,4 GHz et un nouveau processeur graphique VideoCore VII qui prend en charge OpenGL-ES 3.1 et Vulkan 1.2.



Connecteur pour ventilateur

Un nouveau connecteur est apparu, il sert à alimenter le boîtier équipé d'un ventilateur et les accessoires Active Cooler.

Refroidissement actif

Il y a deux trous supplémentaires sur la carte. Ils servent à accueillir les broches de fixation du dissipateur actif (Active Cooler).

Raspberry Pi RP1

La nouvelle puce Raspberry Pi RP1 gère l'essentiel des entrées et sorties (I/O). Elle est connectée au BCM2712 par PCI Express.



Double HDMI 4Kp60

Il y a deux ports micro-HDMI ; le Raspberry Pi 5 peut piloter deux écrans, tous deux avec une résolution de 4Kp60.

Double CSI/DSI

Les ports CSI et DSI ont été répartis en deux ports CSI/DSI polyvalents (utilisant désormais le brochage plus dense des connecteurs du Raspberry Pi Zero). Vous pouvez connecter soit deux écrans, soit deux caméras (ou un écran et une caméra).

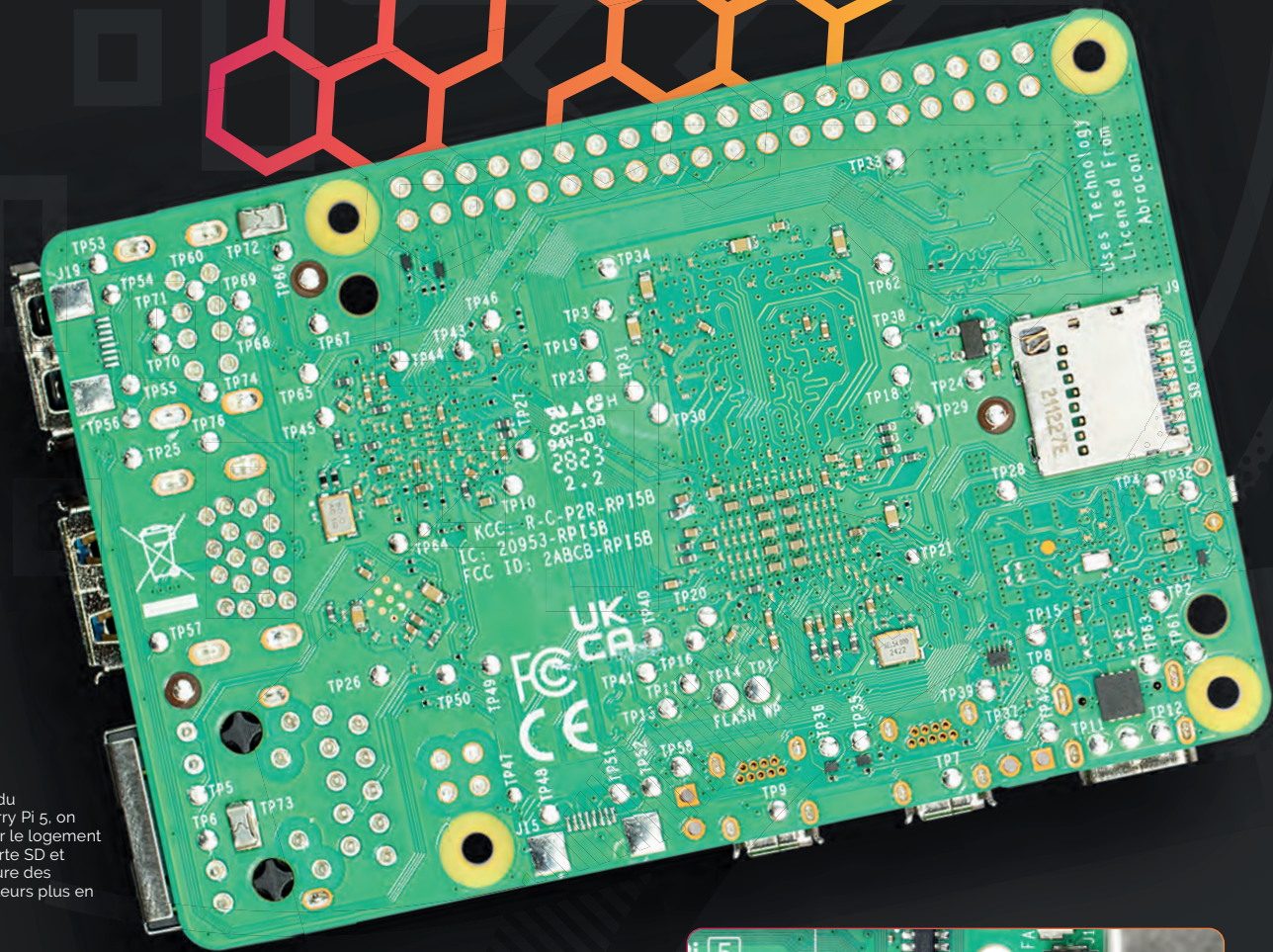


BATTERIE POUR RTC

Ce connecteur permet de brancher une batterie (ou un supercondensateur) afin de fournir une alimentation de secours à l'horloge temps réel.

UART

Entre les ports micro-HDMI se trouve un nouveau connecteur UART, qui permet de piloter le Raspberry Pi 5 en mode headless (sans écran).

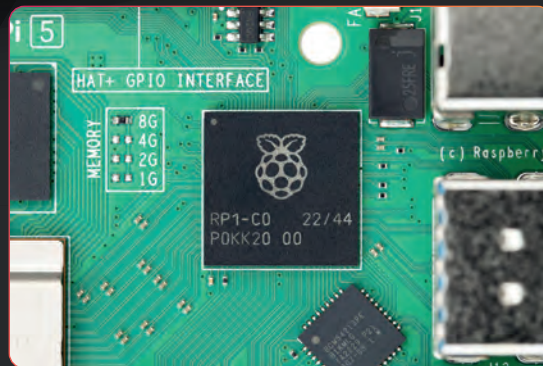


▶ Au dos du Raspberry Pi 5, on peut voir le logement de la carte SD et la soudure des connecteurs plus en détail.



Batterie

Le Raspberry Pi 5 possède un port JST (*Japan Solderless Terminal*) à deux broches, marqué BAT. Il sert à connecter une batterie (ou une autre source d'alimentation) à la nouvelle horloge temps réel (RTC).



Raspberry Pi RP1

Raspberry Pi développe le circuit intégré RP1 depuis longtemps. Le RP1 est une nouvelle puce de communication. Le RP1 a été conçu sur mesure par Raspberry Pi pour relier l'unité centrale aux composants « plus lents » de la carte (bien sûr, ces composants lents peuvent toujours fonctionner incroyablement rapidement).

Dans le cas du Raspberry Pi 5, le RP1 pilote les entrées et sorties (I/O) pour les broches GPIO, les ports USB, les ports CSI/DSI et Ethernet. Il est connecté au SoC BCM2712 via un bus PCI Express à 4 voies. Les broches GPIO ont la même fonction et la même disposition qu'auparavant, de sorte que la plupart des HAT et autres accessoires seront compatibles.

Découvrir le nouveau Raspberry Pi OS

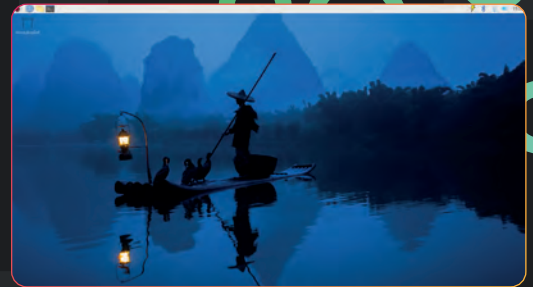
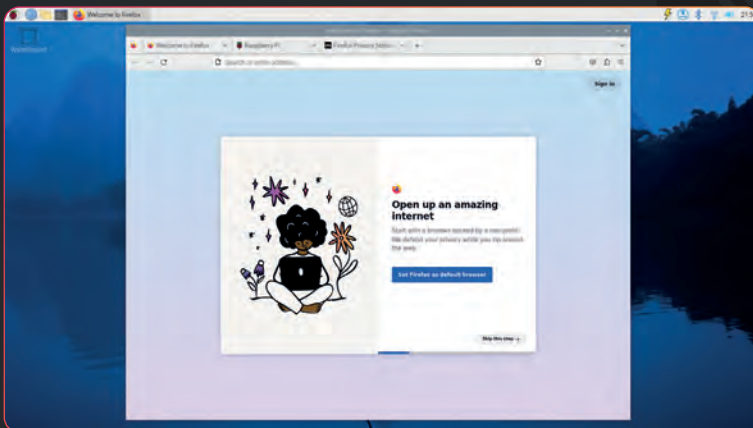
Un nouveau système d'exploitation est également annoncé : Raspberry Pi OS basé sur Debian 'bookworm'.

Déjà
disponible

Le Raspberry Pi 5 peut faire tourner nombre de systèmes d'exploitation différents et, grâce à sa vitesse accrue, vous avez le choix entre plusieurs systèmes d'exploitation Linux et d'autres basés sur l'architecture ARM. Raspberry Pi OS est toujours notre système d'exploitation préféré. Basé sur Debian, il s'agit d'un système d'exploitation Linux conçu spécialement pour le matériel Raspberry Pi. Avec Raspberry Pi OS, vous accédez facilement aux fonctions matérielles telles que les broches GPIO et le module caméra, et vous pouvez être sûr que tout a été testé. Une nouvelle version de Raspberry Pi OS, basée sur Debian 'bookworm', sera disponible peu avant la sortie du Raspberry Pi 5.

Sur les cartes Raspberry Pi 4 et Raspberry Pi 5 utilisant 'bookworm', le bureau LXDE basé sur X11 est remplacé par un système Wayland avec Wayfire comme gestionnaire de fenêtres. Ce logiciel hautement personnalisable est utilisé pour dessiner des fenêtres sur l'écran. Raspberry Pi OS dispose d'un système de fenêtrage plus fluide avec des animations subtiles. L'arrière-plan du bureau est toujours dessiné par pcmanfm mais a été modifié pour communiquer avec Wayland. La barre

▼ Firefox rejoint Chrome parmi les navigateurs web proposés.



des tâches n'a pas changé, mais il s'agit d'une version personnalisée de wf-panel de Wayfire, qui inclut la possibilité d'installer des plugins existants.

L'expérience de Raspberry Pi OS ('bookworm') sur le Raspberry Pi 5 est fantastique, offrant des niveaux de vitesse interactive similaires à ceux d'un ordinateur de bureau. Les fonctions et le design sont les mêmes qu'auparavant, mais les performances ont été considérablement améliorées et l'aspect est légèrement plus élégant : les fenêtres s'ouvrent et se ferment avec une animation fluide. Il y a également de nouveaux fonds d'écran pour le bureau, mais le style général est conforme aux versions précédentes de Raspberry Pi OS.

Le gestionnaire de réseau a également changé (networkmanager.dev), il remplace dhcpcd. 'Network Manager' est en train de devenir l'outil de mise en réseau standard sur de nombreuses distributions Linux, alors que dhcpcd était relativement peu répandu.

Pour gérer l'audio et la vidéo, PulseAudio est remplacé par Pipewire. Certains outils l'utilisent pour fournir des services tels que le partage d'écran pour Wayland, il s'agit donc d'une technologie de base utile.

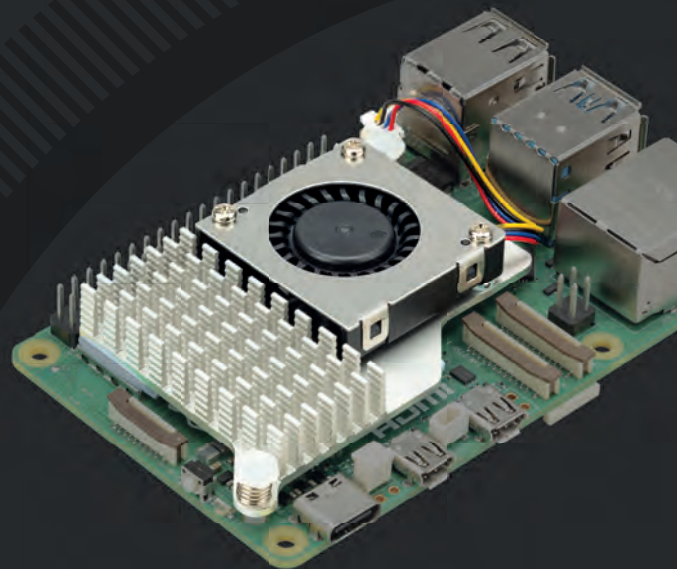
Enfin, Firefox rejoint Google Chrome parmi les navigateurs proposés dans l'installation recommandée de Raspberry Pi OS. Firefox permet la synchronisation du navigateur entre le Raspberry Pi et d'autres systèmes d'exploitation, une fonction absente de Chrome.

Accessoires pour Raspberry Pi 5

Une conception modulaire plus riche que jamais en fonctions

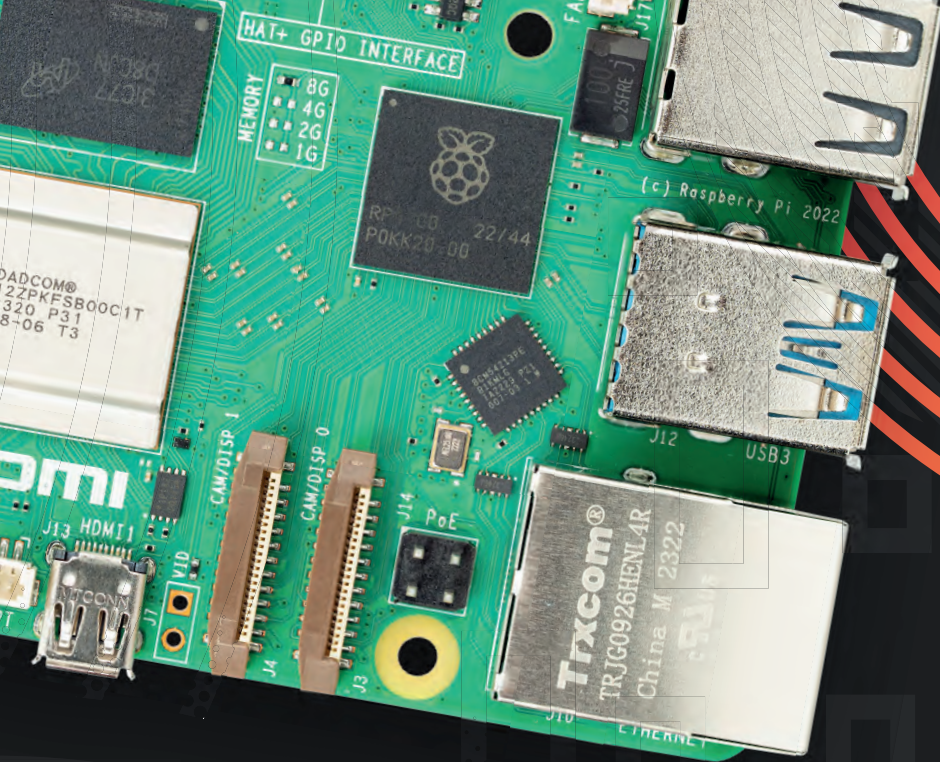
Boîtier pour Raspberry Pi

Le Raspberry Pi 5 est accompagné d'un boîtier inédit doté de nouvelles fonctions puissantes. Il conserve la structure modulaire rouge et blanche du boîtier d'origine et contient désormais quatre compartiments distincts. Il y a la base rouge, sur laquelle repose le Raspberry Pi 5, avec un cadre blanc au milieu. La nouveauté de ce boîtier est une étagère transparente avec un ventilateur prémonté (qui se connecte à la prise pour ventilateur à côté du port Ethernet). Cette étagère comporte une section découpée permettant d'accéder aux broches GPIO. Enfin le couvercle qui laisse circuler l'air recouvre le tout pour une mise en boîte soignée. À l'intérieur du boîtier, vous trouverez également un dissipateur thermique à fixer sur le processeur principal du Raspberry Pi 5 et quatre pieds en caoutchouc à coller.



Refroidissement actif

Une autre solution de refroidissement est également disponible, elle est baptisée *Active Cooler*. Cela ressemble à un ventilateur, mais il s'agit d'un dissipateur thermique extrudé doté d'ailettes et d'une soufflerie (un ventilateur qui aspire l'air par le haut et le redirige vers le côté). Il se connecte directement à la carte pour son alimentation. Vous remarquerez deux trous supplémentaires sur la carte du Raspberry Pi 5 pour fixer le dissipateur actif, qui est connecté avec des broches.



Alimentation pour Raspberry Pi


Le Raspberry Pi 5 nécessite une alimentation USB-C de 25 W (5 V/5 A) pour fournir le courant maximal aux périphériques USB. Si les périphériques connectés sont de faible puissance, comme une souris et un clavier, vous pouvez vous contenter, en toute sécurité, d'un bloc d'alimentation de 5 V/3 A (15 W). Lors des tests, nous avons utilisé sans problème l'alimentation de 15 W sans *Active Cooler* ou le boîtier Raspberry Pi.

Pour alimenter le Raspberry Pi 5 au mieux de ses capacités, nous vous recommandons d'investir dans la nouvelle alimentation Raspberry Pi, qui fournit 25 W de puissance via une connexion USB-C. La tension d'entrée de l'alimentation est de 100-240 V - 50/60 Hz, et les modes de sortie sont :

- 5.1 V/5 A (25,5 W)
- 9 V/3 A (27 W)
- 12 V/2,25 A (27 W)
- 15 V/1.8 A (27 W)



Adaptateur PCI Express M.2

Nous pouvons révéler en exclusivité que Raspberry Pi travaille sur un adaptateur PCI Express pour connecter des disques de stockage M.2 directement au Raspberry Pi 5. Nous aurons bientôt plus d'informations à ce sujet car le projet en forme de L est en cours de finalisation. En attendant, voici une photo du câble d'adaptation qui se connectera au HAT M.2. 




Retrouvez ces produits sur www.elektor.fr/five



Raspberry Pi 5 IDÉES D'USAGE

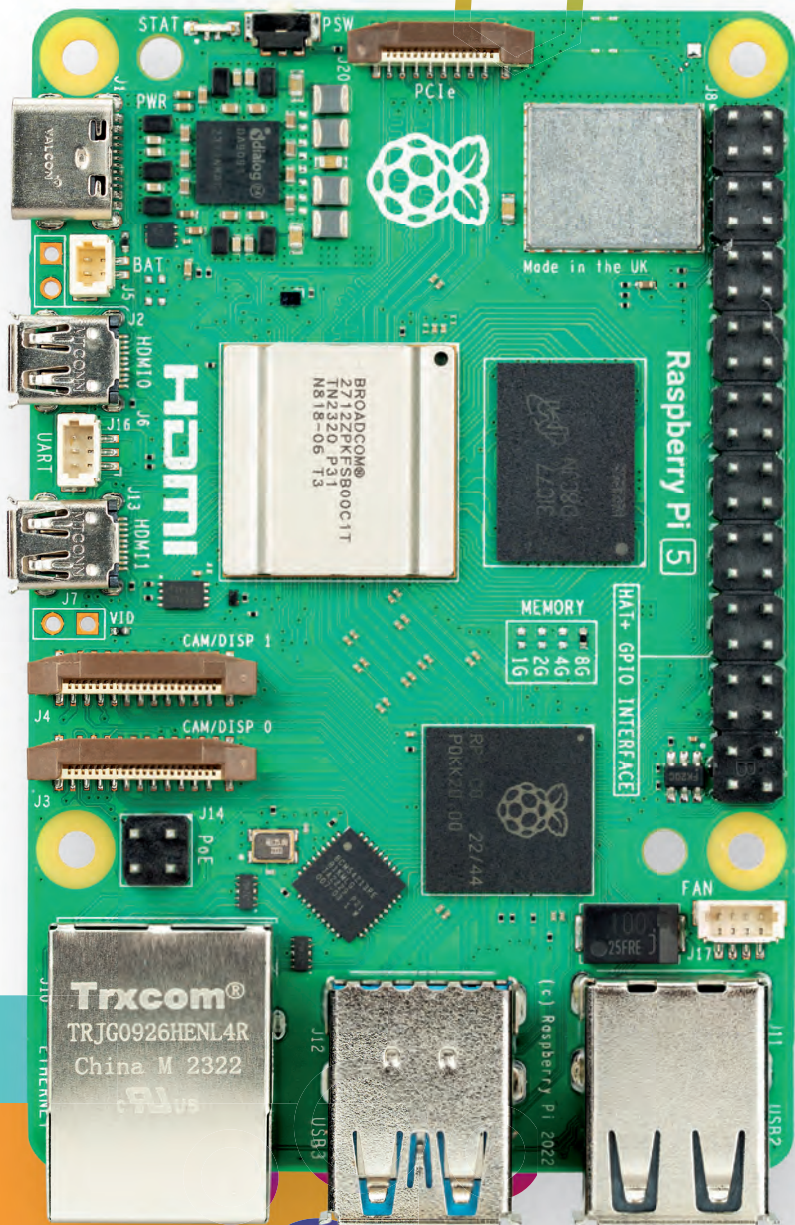
Voici quelques idées de projets pour
votre nouveau Raspberry Pi 5.



La version 5 du Raspberry Pi est sortie à l'automne dernier. Nous l'attendions depuis quatre ans et sommes maintenant impatients de voir comment les *makers* l'exploiteront. Et vous, de votre côté, savez-vous déjà ce que vous ferez avec ?

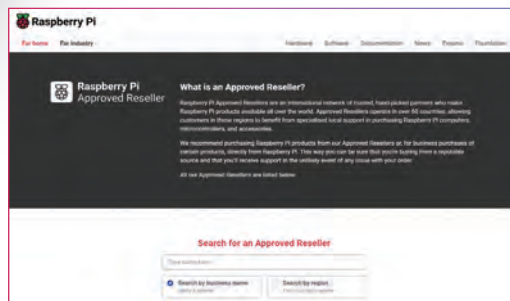
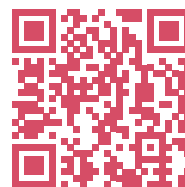
Peut-être pas encore, alors voici quelques idées de projets convenant particulièrement bien à ses nouvelles capacités matérielles.





OÙ L'ACHETER

Le meilleur moyen
de se procurer un
Raspberry Pi 5 est de
passer par un revendeur
officiel certifié par la
Fondation Raspberry Pi :
elektor.com/five



Créez un SERVEUR NAS

Retrouvez l'ensemble des instructions ici :
magpi.cc/fileserver

Profitez d'un système de stockage en réseau (NAS) plus rapide grâce aux nouvelles capacités du Raspberry Pi 5.

Lors d'un entretien précédent (magpi.fr/magazine/2023/33), Alasdair Allan, responsable de la documentation chez Raspberry Pi, nous avait fait part de son enthousiasme quant à la possibilité de construire un boîtier NAS à basse consommation avec le futur HAT M.2 pour RPi 5. Voici les bases de sa configuration.

01 Installer Samba et NTFS

Sur *Raspberry Pi OS*, Samba s'installe avec :

```
sudo apt install samba samba-common-bin
```

On souhaite en général pouvoir lire le disque de stockage depuis d'autres systèmes d'exploitation, donc installons aussi NTFS :

```
sudo apt install ntfs-3g
```

02 Montage du disque

Branchez votre disque dur externe (la procédure suivante serait très similaire avec une carte SSD M.2), assurez-vous qu'il est formaté, puis montez-le sur *Raspberry Pi OS*.

Un disque branché durant une session est monté de façon automagique, mais pour qu'il soit auto-monté au démarrage il faut éditer le fichier `fstab`. Ouvrez-le avec `sudo nano /etc/fstab`, puis ajoutez (en l'adaptant) la ligne :

```
/dev/sdb1 /mnt/location ntfs nls=utf8,umask-0222,uid-1000,gid-1000,rw 0 0
```

```
File Edit Tabs Help
Dell nano 2.7.4 File: /etc/samba/smb.conf
read only = yes
guest ok = no
# Uncomment to allow remote administration of Windows print drivers.
# You may need to replace 'lpadmin' with the name of the group your
# admin users are members of.
# Please note that you also need to set appropriate Unix permissions
# to the drivers directory for these users to have write rights in it.
write list = root, @lpadmin

[share]
path = /home/pi/shared
available = yes
valid users = pi
read only = no
browseable = yes
public = yes
writable = yes
```

▲ Exemple de fichier de configuration Samba.

03 Configuration

La magie d'un boîtier NAS réside dans le fichier de configuration Samba – voyez-le comme la formule magique qui l'ouvre au réseau. En voici un exemple (la capture d'écran en utilise un autre), à adapter à vos besoins :

```
[share]
Comment = Network share
Path = /mnt/location
Browseable = yes
Writeable = yes
only guest = no
create mask = 0777
directory mask = 0777
Public = yes
Guest ok = yes
```

NAS RAID

Pour utiliser la virtualisation RAID avec un NAS, voyez p. ex. *Réaliser son propre NAS* (magpi.fr/magazine/2019/11).

▼ Un serveur de fichiers à carte SSD M.2 consommera moins d'électricité.



Photos & VIDÉOS 3D

Donnez une dimension supplémentaire à vos photos et vidéos.

La possibilité de relier deux modules Camera à un Raspberry Pi 5 facilite grandement la création de vidéos et photos 3D. La technique serait trop longue à expliquer ici, mais voici au moins comment l'aborder.

01 Lunettes ou casque ?

Il existe deux façons de créer l'illusion de la profondeur. Celle du cinéma projette sur l'écran deux images légèrement décalées d'une même scène que le spectateur regarde au travers de lunettes « 3D ». Celle des casques de réalité virtuelle projette : soit deux images « distordues » sur deux afficheurs placés devant chaque œil et provenant de deux modules Camera orientés dans la même direction ; soit deux flux vidéo sur un même afficheur, les images provenant de modules Camera à objectifs grand angle placés l'un en face de l'autre (dans ce cas la qualité d'image est moindre et la mise en œuvre un peu plus complexe). Les téléviseurs « 3D » se font rares, un casque de réalité virtuelle est plus facile à se procurer.



▲ Le montage du tutoriel Assembler une caméra 3D.

02 Synchronisation

La synchronisation des deux modules Camera est ici essentielle. Dans un tutoriel de 2020, PJ Evans avait pour cela utilisé un modèle Zero et un script Python. Retrouvez son article sur magpi.cc/make3dcam ou sur magpi.fr/magazine/2020/15 (Assembler une caméra 3D).

03 Assemblage

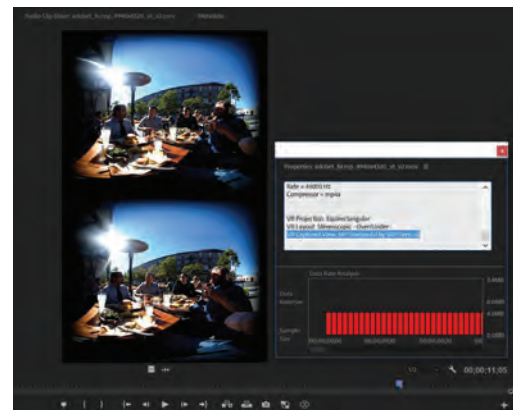
Les images filmées ou photographiées doivent être assemblées. Pour la vidéo, un logiciel de montage vous aidera à vérifier leur bon alignement. Dans le tutoriel *Assembler une caméra 3D*, PJ utilisait un script Python (magpi.cc/3dcameragit) pour assembler les images, mais vous pouvez aussi le faire avec un éditeur vidéo comme *Kdenlive*.



▲ Un casque pour visionner des images 3D prises par le RPi 5.



▼ Assemblage vidéo dans un logiciel de montage.



Vidéo 3D

POP CAMERA est un kit de caméra 3D à 360° reposant sur un module Compute CM4. La version finale n'est pas encore commercialisée, mais nous avons testé et apprécié son prototype (cf. magpi.fr/magazine/2023/29).

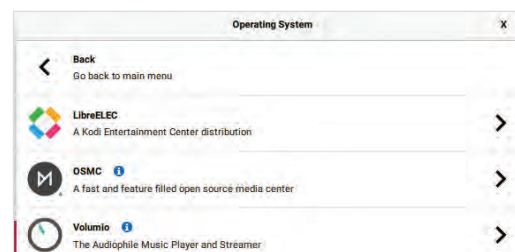
Centre MULTIMÉDIA

Comme avant, mais en mieux

Le système d'exploitation LibreELEC et le logiciel Kodi sont depuis longtemps deux piliers essentiels de la lecture multimédia sur le RPi. Le RPi 5 traite désormais le décodage H.264 par logiciel (sa puissance augmentée le permet amplement). Le nouveau processeur graphique VideoCore VII se charge du décodage matériel des formats VC1 et H.265 (4Kp60) – tous deux offrent une meilleure qualité audio et vidéo et sont de plus en plus répandus.

LibreELEC, notre méthode préférée pour disposer d'un centre multimédia, s'installe très facilement avec l'utilitaire *Imager* (magpi.cc/imager) : sélectionnez *Media Player OS*, puis *LibreELEC*.

Pour sa configuration, voyez notre guide magpi.cc/mediaplayer.



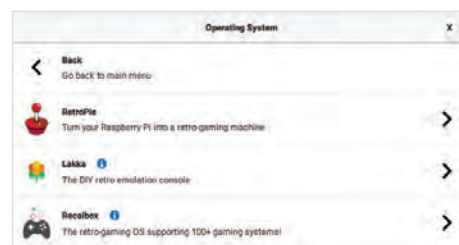
▲ *Imager* permet d'installer différents OS pour le multimédia, dont des serveurs audio.

Rétro GAMING

Émulez encore plus de consoles

Plus de puissance sur le RPi, c'est bien sûr plus de puissance pour émuler les consoles d'antan. Certains sont déjà parvenus à émuler la *GameCube* sur le RPi 5, et même la *Wii*. Le succès ne sera probablement pas au rendez-vous le premier jour, mais un peu de persévérance devrait vite récompenser vos efforts.

Notre distribution favorite pour l'émulation est *RetroPie*, et elle est proposée comme option d'installation par *Imager* – sous *Emulation and game OS*. Il vous faudra ensuite trouver des jeux. Voyez pour cela magpi.cc/legalroms ou le *Coup de projecteur* sur l'émulation de ce numéro.



▲ *Imager* a plusieurs distributions d'émulation dans ses options d'installation.

Retro Gaming with Raspberry Pi

Ce livre (en anglais) contient 164 pages de projets matériels et logiciels liés au rétro-gaming : magpi.cc/retrogaming.



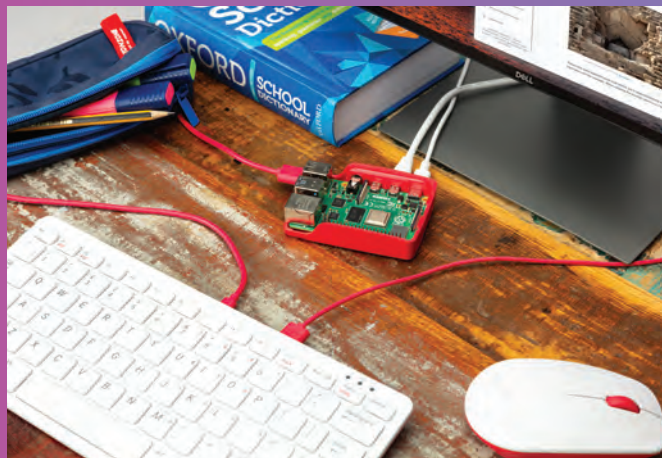
Autres PROJETS

Pas encore inspiré ? Le déclic viendra peut-être avec ces projets...

Ordinateur de bureau

Les modèles 4 et 4.00 pouvaient déjà tenir lieu d'ordinateur de bureau, mais le surcroît de besogne dont est capable le RPi 5 apporte une couche supplémentaire de confort – surtout avec la nouvelle version *Bookworm* de *Raspberry Pi OS*.

Le mode d'emploi est simple : branchez un clavier, une souris, un écran, et voilà le travail ! Préférez la version « Full » de *Raspberry Pi OS* puisqu'elle contient les logiciels d'usage quotidien : bureautique, création graphique, visionnage de vidéos...



Photographie

Nous avons parlé de 3D parce que la technique est visuellement impressionnante, mais la photographie traditionnelle ne manque pas d'attrait non plus. C'est d'ailleurs un sujet que nous couvrons régulièrement au travers de projets allant de la création de *time-lapse* à l'astrophotographie.

Idée : vous pourriez relier deux modules *Camera* avec des objectifs différents à un même RPi 5, et prendre selon la situation des gros plans, des


plans larges ou des clichés normaux. La vitesse de traitement plus rapide du RPi 5 et le futur HAT M.2 permettront également de prendre bien plus de clichés.



Calcul distribué

Le surplus de puissance du modèle 5 bénéficiera aussi aux projets reposant sur du calcul distribué. Nous avons déjà présenté

des grappes (*clusters*) de RPi à visée scientifique ou servant à des installations artistiques.

Il existe des kits de cluster pour les modèles précédents, et nous avons lu sur les réseaux sociaux des discussions sur la possibilité de les adapter au modèle 5. Peut-être pourriez-vous les coiffer au poteau ?  VF : Hervé Moreau





RÉGULATION



Le Raspberry Pi 5 offre deux nouvelles solutions matérielles officielles de refroidissement.

THERMIQUE



du Raspberry Pi 5

ALASDAIR ALLAN

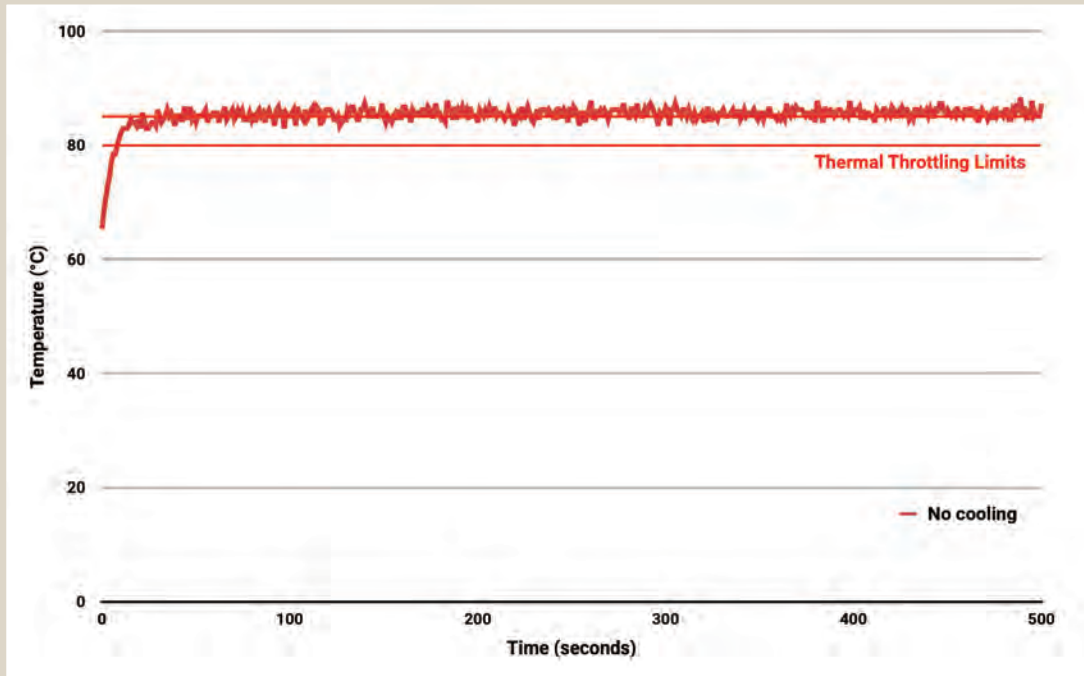
À chaque sortie d'un nouveau modèle de Raspberry Pi se pose la question de sa régulation thermique. Les utilisateurs veulent savoir si une méthode de refroidissement est nécessaire, et si oui, laquelle mettre en œuvre.

Disons tout de suite que pour un usage normal du modèle 5, l'ajout d'un dissipateur est purement facultatif. Si le processeur des modèles 4 et 5 affiche la même température lorsqu'il est au repos, un RPi 5 chauffe moins qu'un RPi 4 effectuant la même tâche. Une charge de travail intense et continue peut certes conduire à un étranglement thermique, c'est-à-dire à un ralentissement logiciel de la vitesse du processeur pour limiter la surchauffe de la carte, toutefois un RPi 5 dans cette situation fonctionnera toujours plus rapidement qu'un RPi 4.

Ces affirmations sont tirées de tests effectués avec du matériel de production. Leurs résultats sont présentés ci-après et vous aideront à décider si oui ou non vous devez refroidir votre RPi 5.



▲ Eben Upton tenant en main un prototype du système de refroidissement Active Cooler.



◀ Température du processeur durant le test de l'utilitaire *stress* lancé au temps $T=T_0$.

MESURE DE LA TEMPÉRATURE

Les commandes de l'utilitaire `vcgencmd` renvoient des informations précieuses sur l'état interne du RPi. Ce sont des commandes de bas niveau, mais nous pouvons aussi les exploiter en Python grâce au module `vcgencmd` (magpi.cc/vcgencmd). Nous les utiliserons ici dans un script (`measure_temp.py`) pour surveiller et enregistrer la température, ainsi que la fréquence d'horloge du processeur et son mode de fonctionnement (*throttled* ou non, c'est-à-dire ralenti ou non).

Une fois le script lancé depuis un terminal, nous en ouvrons un autre et initions un test de stress imposant aux quatre cœurs du processeur une charge de travail intense. Le test est celui de l'utilitaire *stress* (magpi.cc/stress) :

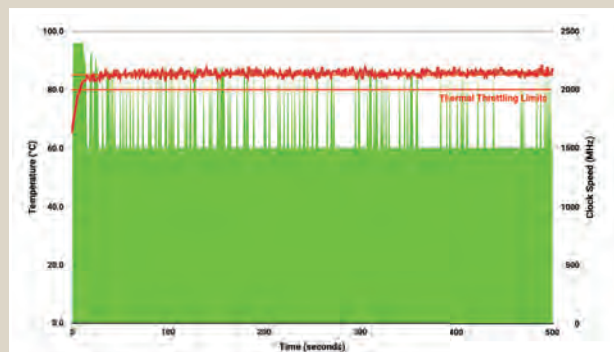
```
$ sudo apt install stress
$ stress --cpu 4
```

Pour éviter la surchauffe, toute carte RPi ralentit le processeur lorsque sa température atteint 80 °C, et le ralentit encore plus lorsqu'il atteint la limite de 85 °C.

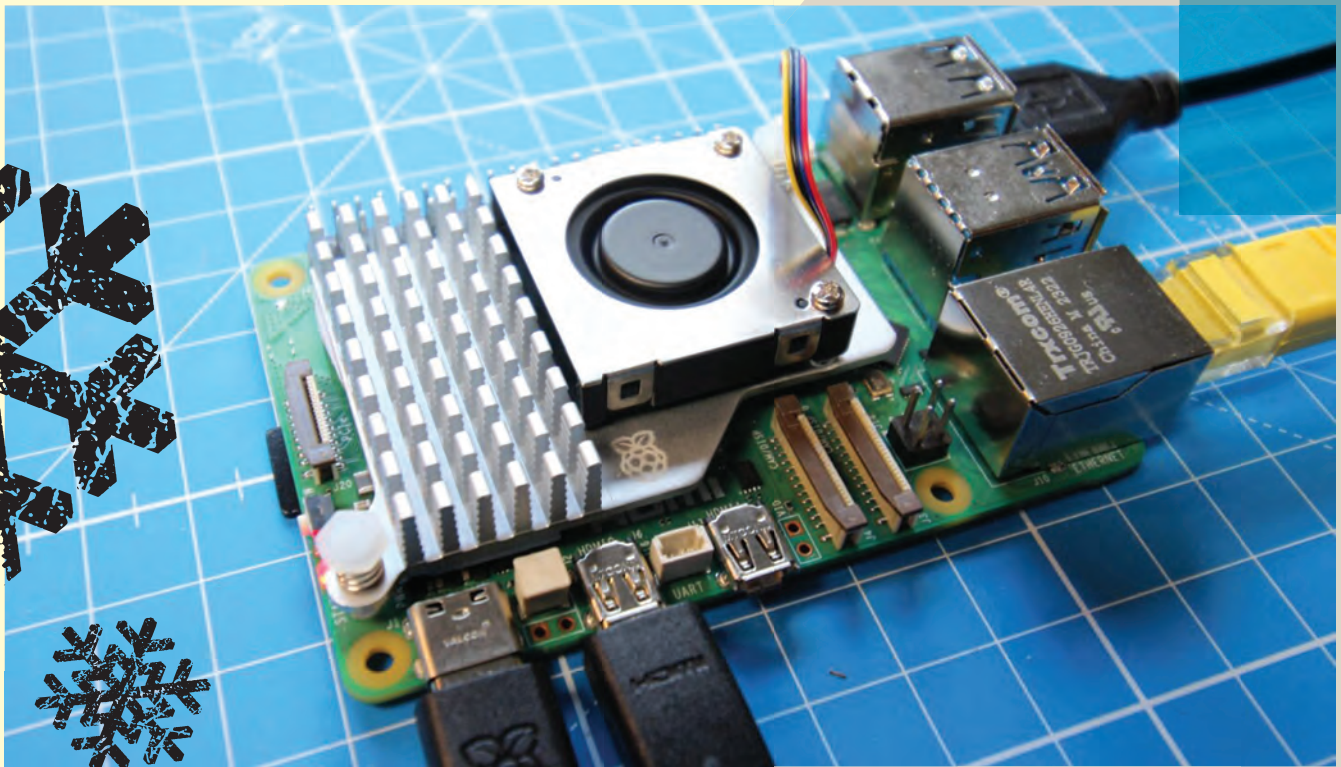
SANS DISSIPATEUR

Dans les conditions de notre labo, le processeur d'un RPi 5 au repos, dénué de système de refroidissement, hors boîtier et placé à l'air libre, affiche une température d'environ 65 °C.

Un usage normal ne nécessite pas de dissipateur thermique. Vous resterez loin des conditions imposées par le test *stress* si vous ne faites que regarder une vidéo sur YouTube ou travailler sous LibreOffice. Sans surprise, la charge intensive du test effectué sans dissipateur fait grimper la température du processeur. Celle-ci dépasse légèrement la limite de 85 °C, puis se stabilise grâce au ralentissement du processeur déclenché par l'entrée dans la phase d'étranglement thermique.



▼ Fréquence d'horloge du processeur d'un RPi non refroidi et sous charge intensive. Le processeur ralentit par intermittence pour maintenir constante la température maximale.



▲ Le système Active Cooler monté sur un RPi.

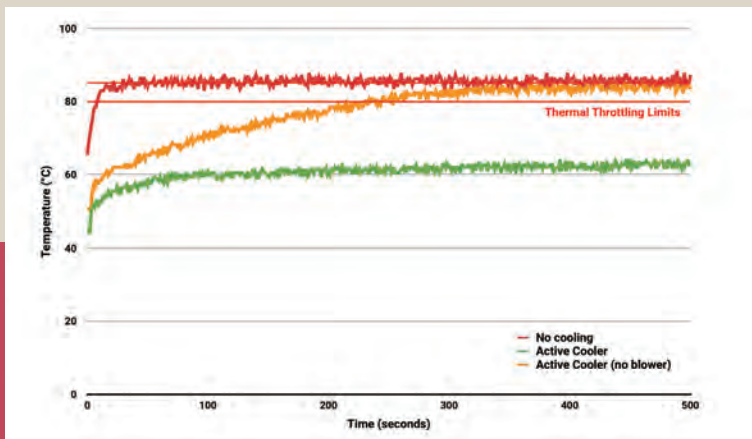


AVEC ACTIVE COOLER

J'ai lancé le même test dans des conditions identiques, mais cette fois avec le système *Active Cooler* clipsé sur la carte du RPi 5. J'ai ensuite relancé le test après avoir débranché le ventilateur du système Active Cooler (toujours en place).

Active Cooler combine un dissipateur passif en aluminium anodisé et un ventilateur à déclenchement automatique. La plaque est dotée de tampons thermiques évacuant la chaleur, et elle se clipse sur la carte du RPi à l'aide d'attaches à ressort. Active Cooler est piloté par le micrologiciel du RPi : le ventilateur est

▼ Évolution de la température du processeur. Le test *stress* a été lancé au temps $T=0$.



déclenché à partir de 60 °C, sa vitesse augmente à partir de 67,5 °C, passe à pleine vitesse à 75 °C, et décroît automatiquement lorsque la température redescend sous ces seuils.

Grâce au dissipateur passif, la température du processeur au repos est beaucoup plus basse, de l'ordre de 45 °C. Répété plusieurs fois, le test a montré que le ventilateur tournait à faible vitesse pour stabiliser la température du processeur à 60 °C, avec des pics compris entre 62 et 63 °C.

J'ai mesuré des niveaux sonores de 35 à 40 dB – en gros le bruit que vous faites lorsque vous tournez la page d'un livre. Sous charge prolongée, le ventilateur n'a jamais eu à fonctionner à pleine vitesse pour maintenir la température du processeur sous le seuil de 75 °C.

J'ai ensuite débranché le ventilateur pour que le dissipateur en aluminium agisse seul. La température du processeur au repos s'est avérée identique, mais sous charge prolongée l'étranglement thermique est survenu environ 200 secondes après le lancement du test. Le ventilateur s'est immédiatement enclenché sur pleine vitesse lorsque je l'ai rebranché. Lorsque j'ai arrêté le script du test, il a fallu 300 secondes pour que le processeur revienne à 45 °C, aidé en cela par le ventilateur, dont la vitesse diminuait elle aussi progressivement.