

Les cartes électroniques embarquées linux

***Frédéric Gilli
Cristallium***

Présentation de Cristallium

Terminologie

Rappel de la définition d'un système embarqué

Architectures ARM

SoCs AllWinner

Cartes embarquées (hardware, extensions, boîtiers, bsp, sources)

- Raspberry Pi
- Banana Pi
- BeagleBoard Black
- CubieTruck
- OlinuXino
- NeTV
- LT200
- Cartes recyclées de box

Cristallium

Création de logiciels de gestion, d'outils interactifs utilisant les technologies RIA.

Intégration des interfaces dans les systèmes embarqués, réalisation de plateformes de services communicantes

Forces

7 ans d'expérience sur les technologies RIA

Expertise en sécurité, transfert de données, reverse engineering

Connaissance de la chaîne complète : de l'interface aux serveurs

Clients

Leroy Automation, Music Gallery, Armines (Mines ParisTech), R2D Automation, Handetic

Groupe Volkswagen, Ikea, Renault, Crédit Agricole, Hermès, Corsica Ferries

Grétas, I.R.F.A. , M.F.R., A.P.F.

Systèmes embarqués



Interface de monitoring temps réel, dataloggin et programmation des automates LT200 pour Leroy Automation
<http://demo.cristallium.com/laidemo>
(Nécessite un automate LT200 sur le réseau)



Interface du système embarqué Mobil-E en Flex Air 2 (Adobe) pour Otonomia

Développement web



Teasing/Buzz IKEA opération LEKO
<http://demo.cristallium.com/ikea/index.html>
<http://demo.cristallium.com/ikea/reveal.html>



Maquette marketing pour l'assurance du Crédit Agricole
<http://demo.cristallium.com/assuranceca/>



Service de gestion des accompagnements individuels et collectifs dédié aux prestataires de l'ANPE (Pôle Emploi), cabinet de recrutement et reclassement.
<http://www.cristaljob.com/>

Applications métier RIA



Service de gestion Immobilier
<http://www.valeursudimmobilier.com/>

Termes employés

- SoC : System on Chip
 - PRU : Programmable Runtime Unit
 - FPU : Floating Point Unit
 - VPU : Video Processing Unit
 - DSI : Display Serial Interface
 - CSI : Camera Serial Interface
 - RTC : Real Time Clock
 - BSP : Board Support Package
 - HDCP : High Digital Content Protection
 - FEL : low level subroutine in bootROM (Allwinner)
-
- R.I.A (Rich Internet Application)
 - Web 2.0
 - Full Web
 - Client léger/Client lourd
 - SOAP (Simple Object Access Protocol)
 - RPC (Remote Procedure Call)
 - REST (Representational State Transfert)
 - SOA (Service Oriented Architecture)
 - WSDL (Web Services Description Language)
 - UDDI (Universal Description Discovery and Integration)

Définition

Un système embarqué peut être défini comme un système électronique et informatique autonome, qui est dédié à une tâche bien précise.

Ses ressources disponibles sont généralement limitées. Cette limitation est généralement d'ordre spatial (taille limitée) et énergétique (consommation restreinte).

Les systèmes embarqués font très souvent appel à l'informatique, et notamment aux systèmes temps réels.

Le terme de système embarqué désigne aussi bien le matériel que le logiciel utilisé.

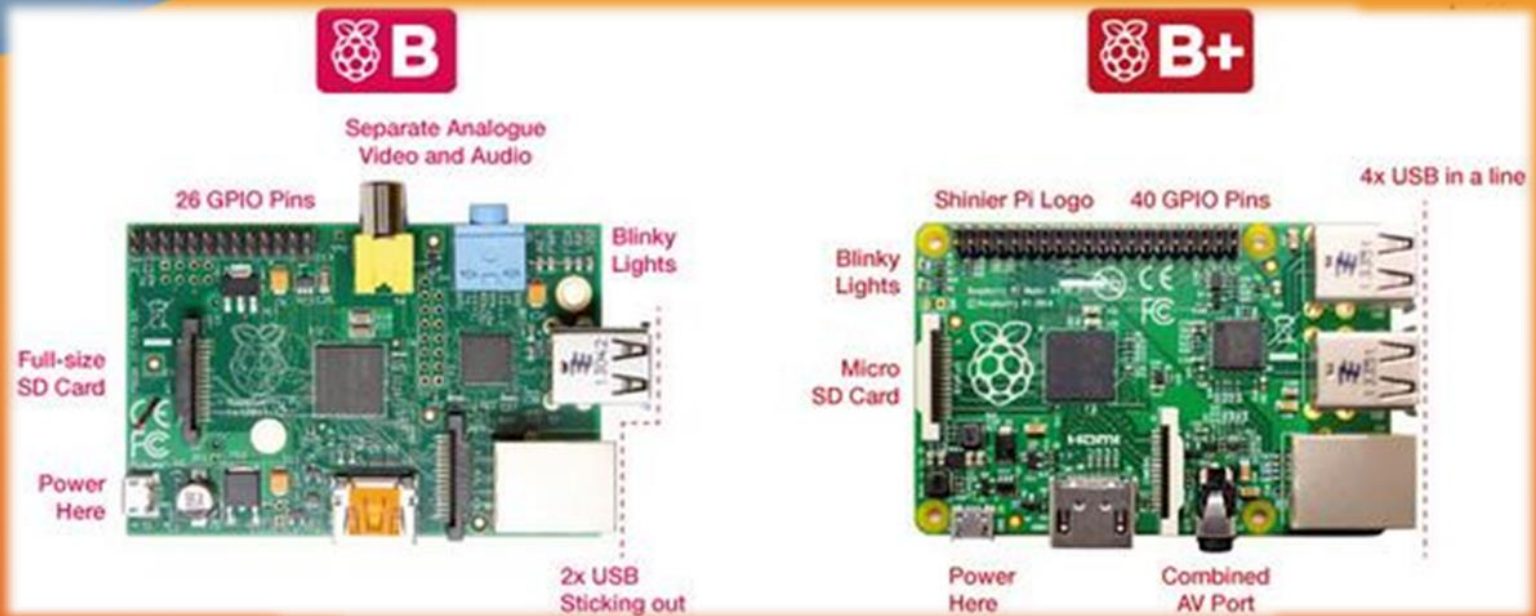
<u>Architecture</u>	<u>Famille(s)</u>
ARMv1	<u>ARM1</u>
ARMv2	<u>ARM2</u> , <u>ARM3</u>
ARMv3	<u>ARM6</u> , <u>ARM7</u>
ARMv4	<u>StrongARM</u> , <u>ARM7TDMI</u> , <u>ARM8</u> , <u>ARM9TDMI</u>
ARMv5	<u>ARM7EJ</u> , <u>ARM9E</u> , <u>ARM10E</u> , <u>XScale</u> , FA626TE, Feroceon, PJ1/Mohawk
ARMv6	<u>ARM11</u>
ARMv6-M	<u>ARM Cortex-M0</u> , <u>ARM Cortex-M0+</u> , <u>ARM Cortex-M1</u> (voir <u>ARM Cortex-M</u>)
ARMv7-A	<u>ARM Cortex-A</u> (<u>ARM Cortex-A8</u> , <u>ARM Cortex-A9 MPCore</u> , <u>ARM Cortex-A5 MPCore</u> , <u>ARM Cortex-A7 MPCore</u> , <u>ARM Cortex-A12 MPCore</u> , <u>ARM Cortex-A15 MPCore</u>), Scorpion, Krait, PJ4/Sheeva, Swift
ARMv7-M	<u>ARM Cortex-M</u> (<u>ARM Cortex-M3</u>)
ARMv7-R	<u>ARM Cortex-R</u> (<u>ARM Cortex-R4</u> , <u>ARM Cortex-R5</u> , <u>ARM Cortex-R7</u>)
ARMv8	<u>ARM Cortex-A50</u> (<u>ARM Cortex-A53</u> , <u>ARM Cortex-A57</u>), <u>X-Gene</u> , Denver, <u>Cyclone</u>

<u>Famille</u>	<u>Description</u>
A1x	CPU Cortex A8@1.2Ghz FPU SIMD NEON (media processing engine ie DSP) GPU ARM Mali400@300Mhz (3d) APU (audio) VPU Cedarx (vidéo encodage/ décodage)
A2x	Similaire au A1x avec des améliorations ARM Cortex-A7 Dual Core
A3x	Similaire au A2x avec des améliorations ARM Cortex-A7 Quad-Core

PMU	GPU ARM Mali400 MP2	Audio Codec
User Interface Keypad LRADC IR RTP	Dual-Core CPU 32KB I-Cache 32KB D-Cache 512MB L2 Cache Thumb-2 Tech NEON SIMD	Video Engine
Memory LPDDR3/DDR3/LPDDR2 NAND Flash		Display Engine
		Camera Interface ITU601
Connectivity USB OTG/2 USB HOST EMAC/TS/SD/MMC 4 SPI/3 TWI/2 PS2 8 UART/PCM/I2S/AC97	System Interrupt Controller RTC/Timer/HS-Timer 16-CH DMA Security System	Display Interface CPU/RGB/LVDS LCD CVBS/YPbPr/VGA HDMI 1.4 TV Decoder

Power	32K I-Cache	CPU Quad-Core		Thumb-2 Tech
User Interface Keypad LRADC IR RTP	32K D-Cache	Core0	Core1	FPU
	1MB L2 Cache	Core2	Core3	NEON SIMD
System Interrupt Controller RTC/Timer/HS-Timer Clock System 16-CH DMA	GPU SE0 SE1 SE2 SE3 SE4 SE5 SE6 SE7		Processing Enhancement Engine	Audio Codec
			Video Engine	Display Engine
Connectivity USB OTG/2USB HOST GMAC/TS/4SD/MMC 4 SPI/5 TWI 6 UART/2 PCM/2 I2S	Memory 2-CH DDR3/LPDDR2 2-CH DDR3L 2-CH Raw NAND eMMC NAND	Security Security System 5-JTAG Camera Interface ITU601 MIPI CSI		Display Interface 2-CH RGB LCD 2-CH LVDS HDMI 1.4 MIPI DSI

						
CPU	Quad-Core Cortex-A7	Dual-Core Cortex-A7	Single-Core Cortex-A8	Single-Core Cortex-A8	Single-Core Cortex-A8	Single-Core Cortex-A8
GPU	SGX544MP2	Mali400MP2	Mali400	Mali400	Mali400	Mali400
Video Decoder	4Kx2K	2160P	2160P	1080P	1080P	1080P
Video Encoder	H.264 1080P@60fps	H.264 1080P@30fps	H.264 1080P@30fps	H.264 1080P@30fps	H.264 1080P@30fps	H.264 1080P@30fps
Package	BGA609 18mmx18mm 0.65mm Pitch	BGA441 19mmx19mm 0.80mm Pitch	BGA441 19mmx19mm 0.80mm Pitch	BGA336 14mmx14mm 0.65mm Pitch	BGA336 14mmx14mm 0.65mm Pitch	eLQFP176 20mmx20mm
Application	Tablet Smartphone Smart TV	Tablet Smart TV	Tablet Smart TV	Smartphone	HDMI Dongle	Tablet E-reader



<http://www.raspberrypi.org/>

SoC Broadcom BCM2835

ARM11@700Mhz (ARMv6) – GPU Videocore

512 Mo

10/100 Ethernet

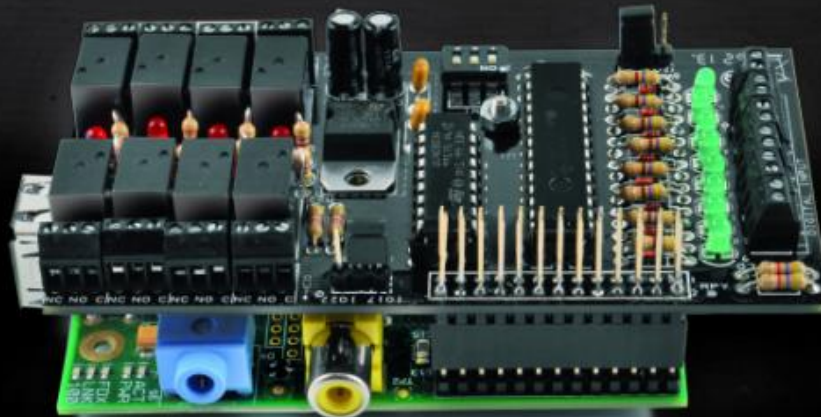
microSD

Debian, Raspbian OS, Fedora, Arch Linux ARM¹, RISC OS, FreeBSD,

Plan 9, Kali Linux

Raspberry Pi B+ J8 Header

Pin#	NAME	NAME	Pin#
01	3.3v DC Power	DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1, I2C)	DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1, I2C)	Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)	(TXD0) GPIO14	08
09	Ground	(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power	(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)	(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground	(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I2C ID EEPROM)	(I2C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05	Ground	30
31	GPIO06	GPIO12	32
33	GPIO13	Ground	34
35	GPIO19	GPIO16	36
37	GPIO26	GPIO20	38
39	Ground	GPIO21	40





BSP / sources :

- <https://github.com/raspberrypi>
- Local build
- Cross-compile (Ubuntu host, Linaro tools)
- Buildroot (support complet ?)

Tarif : 35€

Pour :

- Tarif
- Grosse communauté
- Large choix de distributions
- Approvisionnement
- MAC utilisable
- Extensible via les shields Arduino
- Boitiers

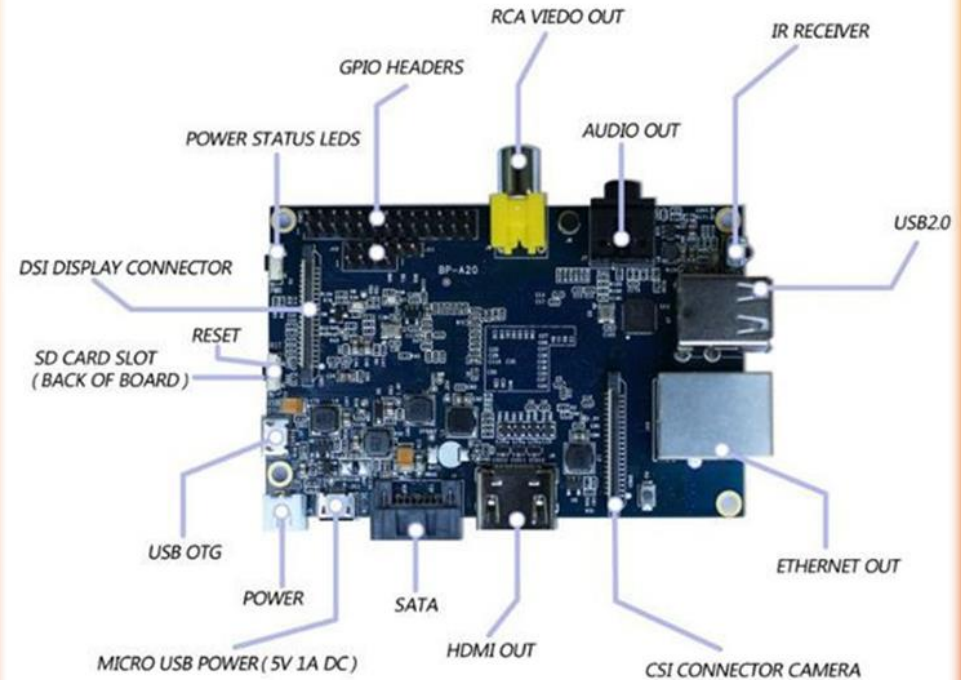
Contre :

- Pas de RTC
- Pas de « sans fil » sur la CM
- Routage (avant B+)
- Puissance de calcul
- Information technique (Broadcom)
- Razdroid abandonné (Android ICS)

Flash / boot

Par carte SD

Company	Raspberry Pi Foundation
Prefix	B8:27:EB
Address space	B8:27:EB:00:00:00 - B8:27:EB:FF:FF:FF
Address	Mitchell Wood House Caldecote Cambridgeshire CB23 7NU United Kingdom



<http://www.bananapi.org/>

<http://www.bananapi.com/>

<http://www.lemaker.org/>

<http://elastos.org>

SoC A20 (Allwinner, 2xCortexA7@1Ghz)

1Go

10/100/1000 Ethernet

SATA

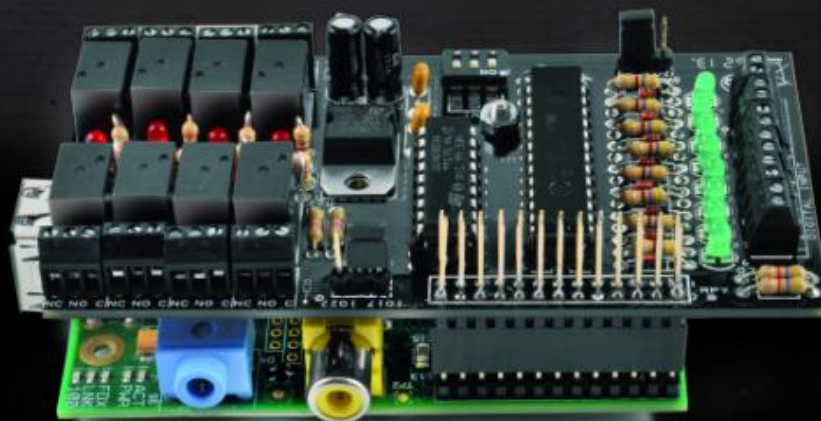
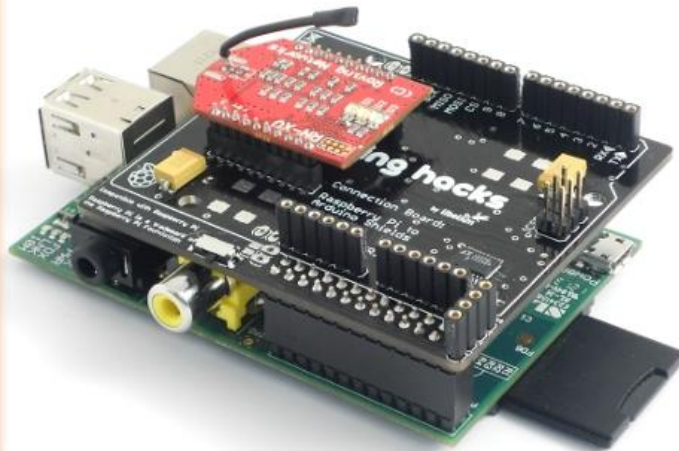
IR

SD

[Lubuntu](#), [Android](#), [Debian](#), [Bananian](#),

[Berryboot](#), [OpenSuse](#), [Scratch](#), [Fedora](#),

[Gentoo](#), [Open MediaVault](#), [OpenWRT](#)



Identique à la Raspberry Pi



BSP / sources:

- <https://github.com/bananapi-dev>
- <https://github.com/LeMaker>
- PhoenixSuit

Flash / boot

Par carte SD

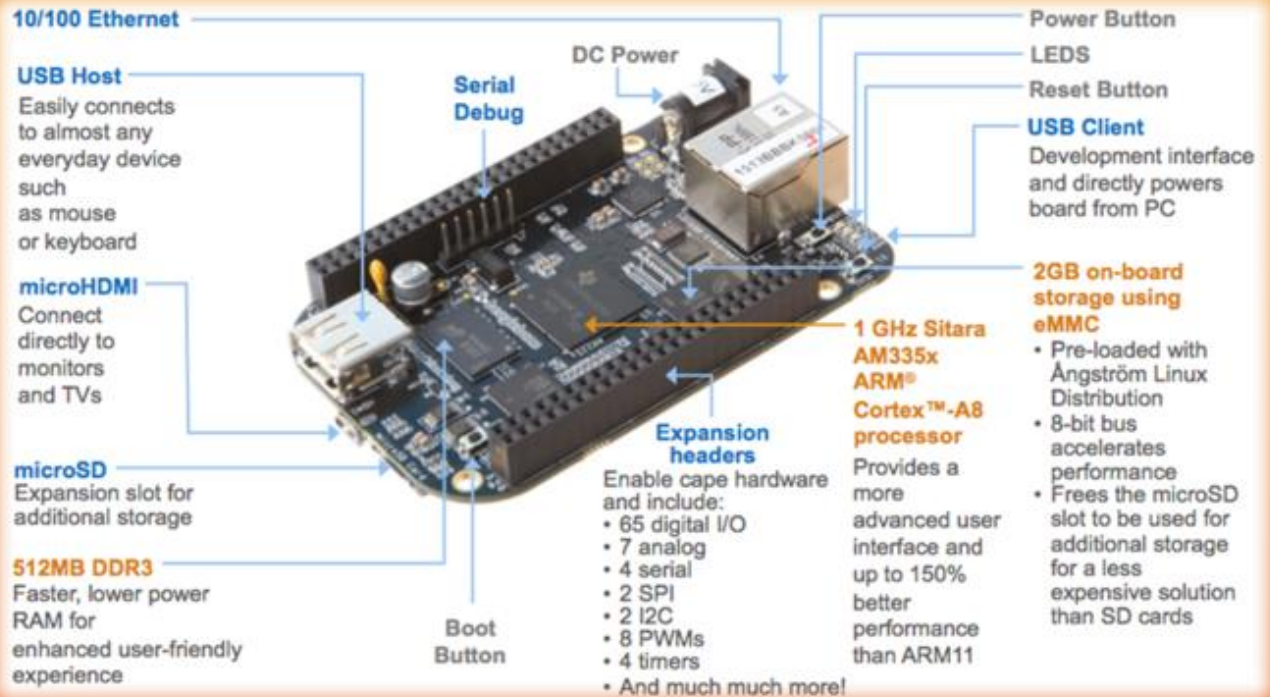
Tarif : 55€

Pour :

- Puissance
- Linux-sunxi
- Extensible via les shields Arduino
- Boitiers

Contre :

- Faible communauté
- Pérennité risquée
- Pas de RTC (emplacement prévu sur typon)
- Pas de « sans fil » sur la CM
- MAC utilisable ?
- Routage
- Peu de documentation (disponible mais éparpillée)



<http://beagleboard.org>

http://elinux.org/Beagleboard:Main_Page

Sitara AM3358@1Ghz (CortexA8)

GPU PowerVR

512Mo

4Go eMMC

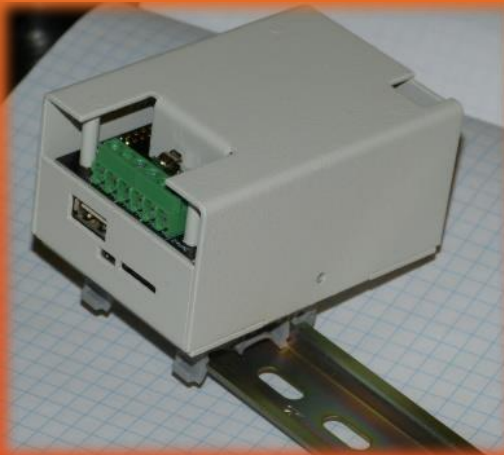
microSD

Ethernet 10/100

Buildroot, [Angstrom](#), Debian, [FreeBSD](#), Android, Ubuntu



http://elinux.org/Beagleboard:BeagleBone_Capes



BSP / sources:

- <https://github.com/beagleboard>
- Buildroot (pas à jour)
- Flash par microSD

Tarif : 55€

Pour :

- Orientation industrielle
- Communauté
- Matériel libre
- MAC utilisable
- Entrées ANA, 2xPRU
- Puissance
- Boîtiers

Contre :

- Bug sur l'interface réseau
- Pas de RTC
- Pas de « sans fil » sur la CM

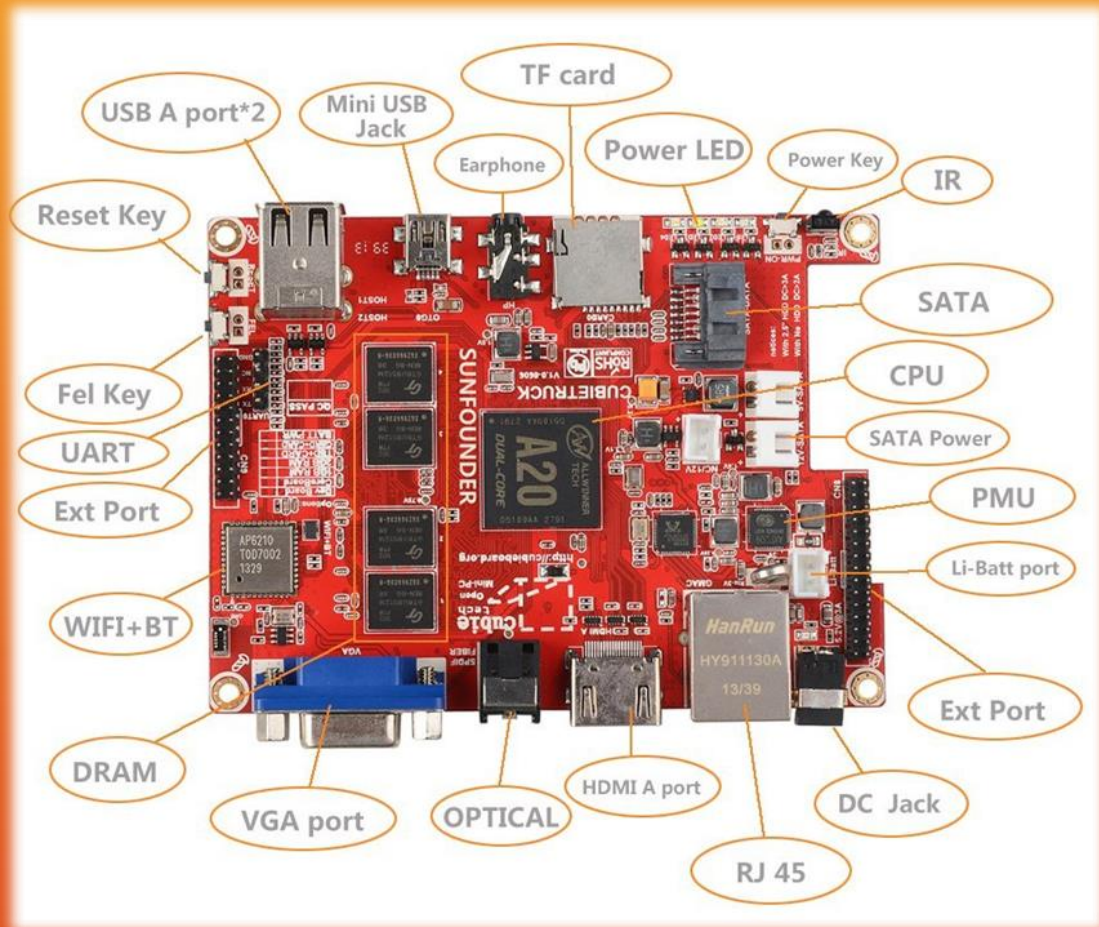
Flash / boot

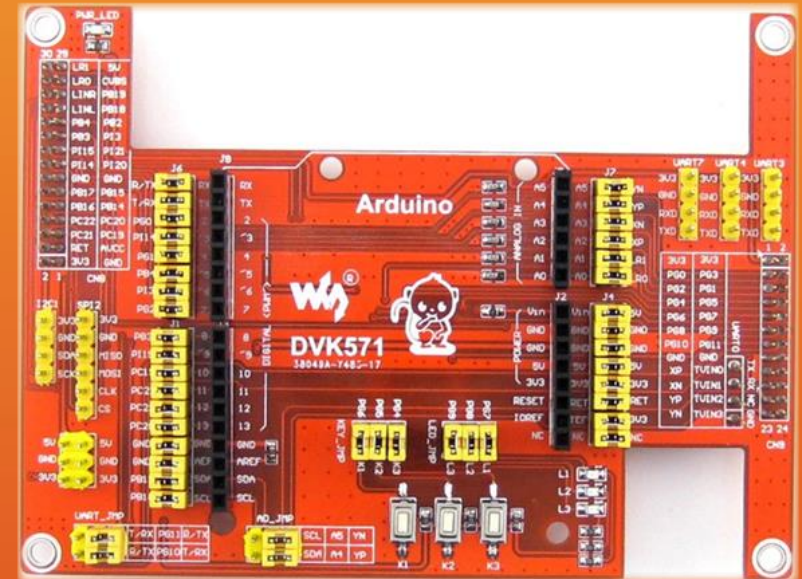
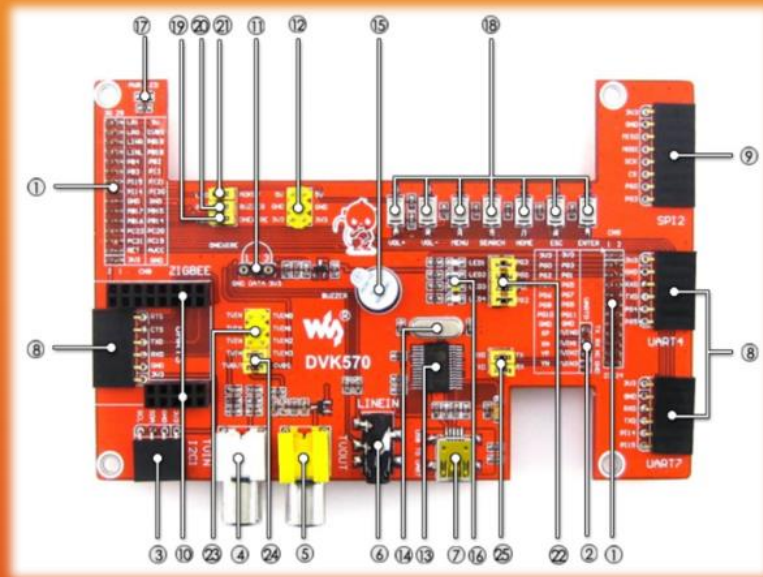
FPL (MLO), SPL (u-boot.img),
eMMC ou USB

Prefix	Address space	Company
90:59:AF	90:59:AF:00:00:00 - 90:59:AF:FF:FF:FF	Texas Instruments

<http://cubieboard.org/tag/cubietruck/>
AllWinner A20
(2x ARM cortex-A7, ARM Mali-400 MP2)
8Go nand
2 Go DDR3@960Mhz
Ethernet 10/100/1000Mhz
Wifi – BT onboard

Lunbutu desktop/server,
Fedora, Android





http://docs.cubieboard.org/tutorials/expansion_boards_dvk/start



BSP / sources:

- <http://docs.cubieboard.org/resources>
- <http://github.com/cubieboard>
- PhoenixSuit

Tarif : 90 - 100€

Pour :

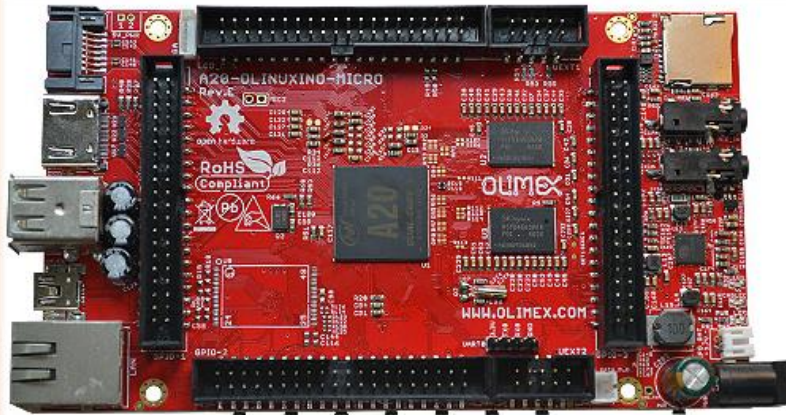
- Documentation
- Puissance
- Équipement sur la carte, RTC, GPIOs
- Shields Arduino
- Linux-sunxi
- Communauté modérée
- Boitiers

Contre :

- Ambiguïté sur le matériel libre
- Tarif
- Pérennité ?
- MAC utilisable ?

Flash / boot

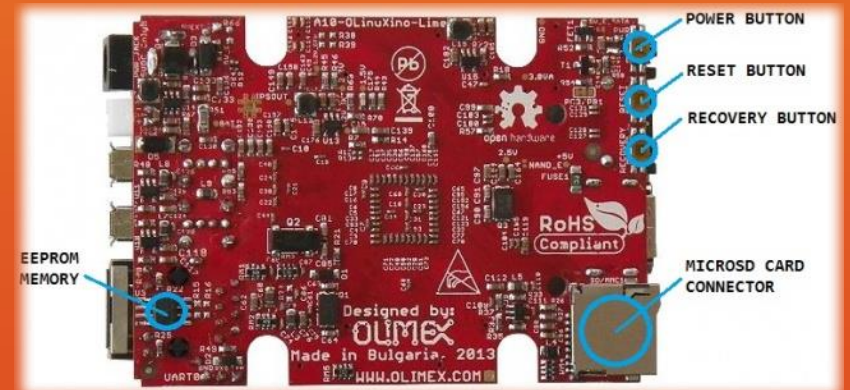
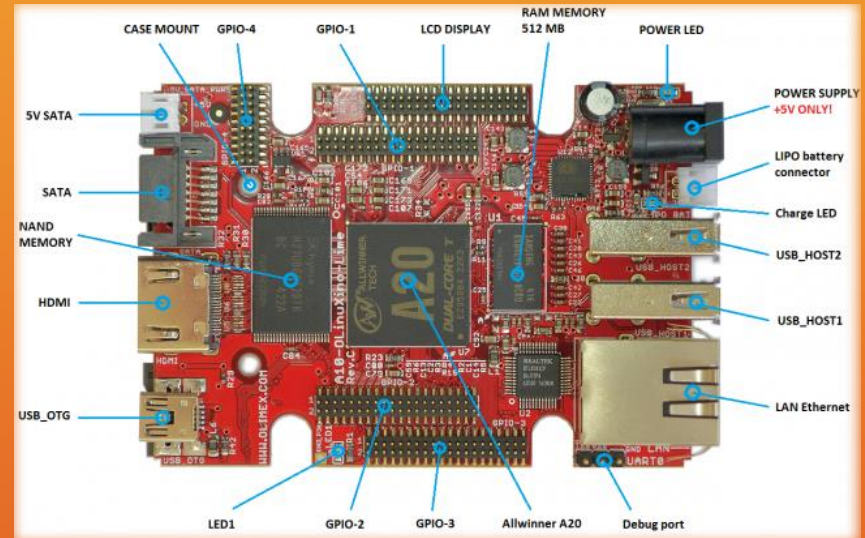
Utilisation de LiveSuit en mode
FEL



Micro

https://www.olimex.com/wiki/Main_Page
 AllWinner A20
 (2x ARM cortex-A7, ARM Mali-400 MP2)
 4 Go eMMC (option)
 1 Go DDR3
 microSD
 Ethernet 10/100/1000Mhz

Linux (Debian, Ubuntu, Fedora, Arch), Android



LIME

Pas de shields, mais fichiers d'empreintes disponibles

<https://github.com/OLIMEX/OLINUXINO/tree/master/HARDWARE/A10-OLinuXino-LIME>



BSP / sources:

- <https://github.com/OLIMEX/OLINUXINO>
- PhoenixSuit

Tarif : 25 - 65€

Pour :

- Tarif
- Matériel libre
- Documentation
- Puissance
- GPios
- Olimex

Contre :

- Shields
- Boitier
- MAC utilisable ?

PXA168@800Mhz
(Marvell ARMv5)
Spartan 6 XC6SLX9
FPGA (Xilinx)
128 MB DDR2
microSD
Video overlay on
HDCP
Wifi
IR

Angstrom-derived
Linux distribution





BSP / sources :

- <https://github.com/sutajiokousagi>
- <https://github.com/bunnie/netv-fpga>
- [NeTV AMI Instance](#) (Amazon EC2 cloud => buildroot + bitbake)
- Local compilation
- neTV toolchain

Tarif : ~120€

Pour :

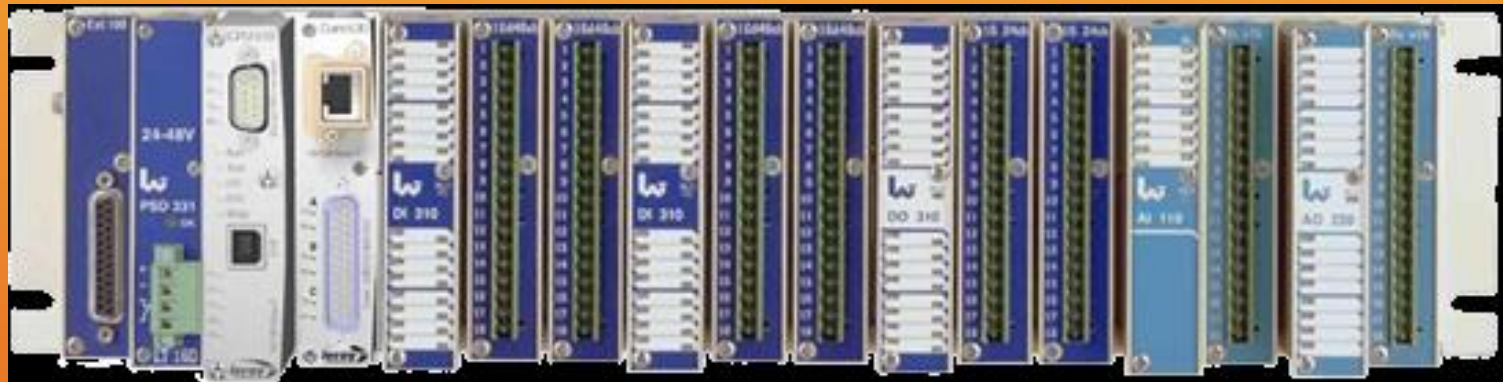
- Puissance (FPGA)
- Boitier

Contre :

- Pérennité
- Documentation
- Communauté

Flash / boot

Par carte microSD



PXA255 (ARMv5)
Linux 2.6.12
FLASH 16Mo
RAM 32Mo
1 port Ethernet 10/100 , 1 port USB,
4 ports série
gestion jusqu'à 15 blocs IO TOR ou/et
analogiques

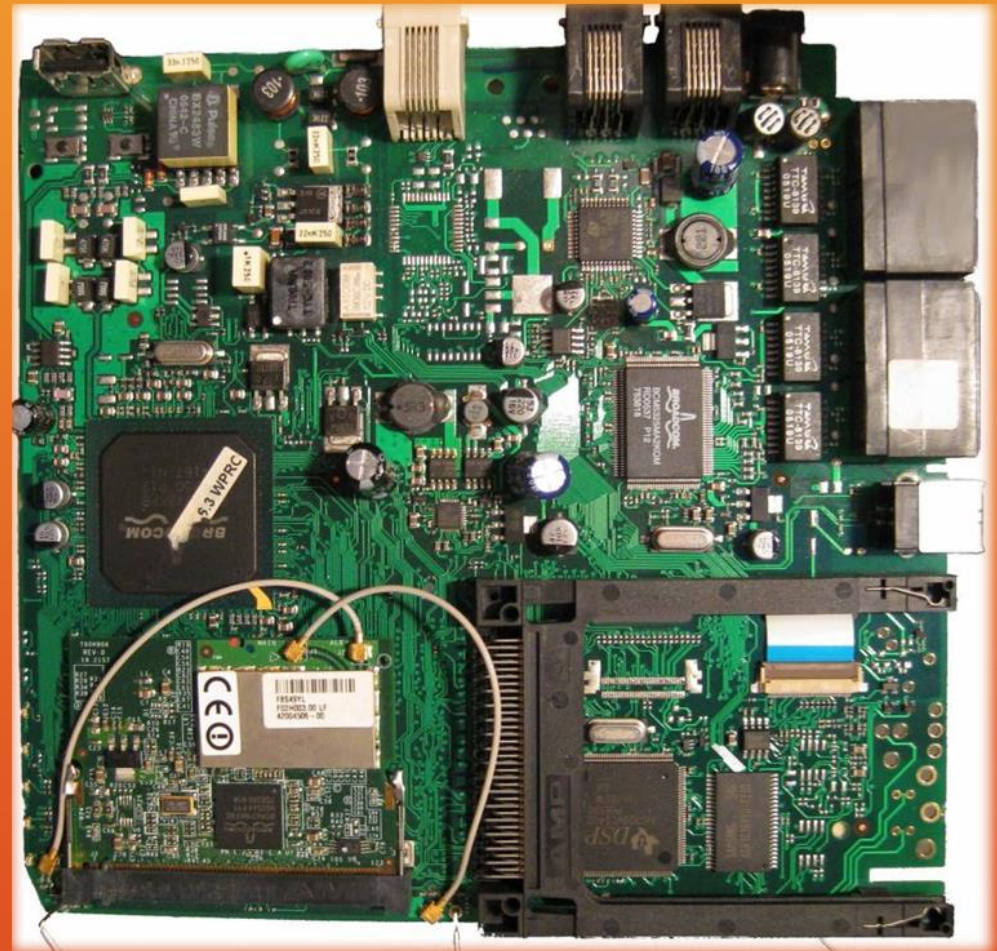
Norme SIL3



BCM6348@256Mhz
8Mo Nand
16Mo RAM
Wifi (Broadcom 4318
802.11b/g mini-pci)
Ethernet 10/100Mhz
Bluetooth

OpenWRT (basé sur Buildroot)

Flash par JTAG



Merci de votre attention

Frédéric Gilli

fgilli@cristallium.com

Mob. 06.68.54.26.22

<http://www.cristallium.com>