



Parcours de formation SIN

Déploiement d'une interface de communication web

Module SIN42 : PLATINE SYSTEME EMBARQUE FOX BOARD G20

Durée : 6h

Objectifs à atteindre : Faire évoluer un système communicant par liaison série RS232 pour qu'il communique via un serveur Web embarqué ou concevoir une centrale de mesure utilisant des capteurs analogiques ou numériques (bus 1 fils) munie d'une interface de communication web et d'une base de données pour le stockage des mesures.

Niveau des connaissances envisageable : Bac STI - BTS

Pré requis :

- Connaissance du système d'exploitation linux en mode terminal (Debian ou Ubuntu)
- Connaissance des protocoles TCP/IP
- Connaissance de l'utilisation d'une liaison série asynchrone RS232
- Connaissance de langages de programmation (C, php,..)
- Connaissance de la manipulation de données de bases de données relationnelles en langage SQL

Systèmes mis en œuvre :

- Carte système embarqué FOX Board G20 de chez ACMESystem
(FOX Board G20 combo box 185€ chez le fabricant <http://www.acmesystems.it/> ou Pack de développement "FOX BOARD G20" chez lextronic <http://www.lextronic.fr/produit.php?id=6427>)
- Modem/routeur (livebox, neufbox, ...) ou routeur.

Logiciels utilisés :

- VMware + Linux ubuntu
- Sous windows : Putty + WinSCP + notepad++ (freewares)

Outils mobilisés, le cas échéant : Oscilloscope numérique (Tektronix...), multimètre.

Webographie :

<http://www.acmesystems.it/>
<http://www.acmesystems.it/foxg20/doku.php>
<http://www.lextronic.fr/P6389-platine-fox-board-g20.html>
<http://domotique.benchi.fr/robotique/fox-board-g20/premier-pas-avec-la-foxboard-g20/>
<http://domotique.benchi.fr/tag/fox-board/>
<http://www.voannsculo.fr/tag/g20/>

Bibliographie : GNU/Linux Magazine HS N°51 – DÉCEMBRE 2010/JANVIER 2011

Le livre blanc des systèmes embarqués

http://download.microsoft.com/documents/France/windows/2009/Livre_blanco_Embarque.pdf

Auteur : Marc Silanus – Académie d'Aix-Marseille – Révision 01/12/2011

Sommaire

1	La platine FOX Board G20	4
2	Connexion.....	5
2.1	Sous linux (ubuntu)	5
2.2	Sous Windows	6
2.3	Trouvez l'adresse IP de la carte FOX Board G20	6
2.3.1	Port débog	6
2.3.2	Logiciel ipscan	7
2.4	Connexion au site web embarqué.....	7
2.5	Transfert de fichiers	7
3	Réglage de la date et de l'heure	8
4	Créer une nouvelle carte microSD	9
4.1	Préparer la carte microSD.....	9
4.1.1	Identification du périphérique	9
4.1.2	Partitionnement et formatage.....	10
4.2	Copie du noyau et du système de fichier	11
4.3	Finalisation de la microSD	12
4.3.1	Synchroniser les données en mémoire et sur la microSD	12
4.3.2	Démontage des partitions	12
5	Le serveur web embarqué	13
5.1	HTML.....	13
5.2	PHP	14
5.3	SQLITE.....	14
5.4	PHP/SQLITE.....	15
6	Programmer en C	16
6.1	Premier programme	16
6.2	Interfacer SQLITE et C	16
7	Programmer en Python	19
7.1	Premier programme en Python	19
7.2	Interfacer SQLITE et Python	19
8	Exécuter une tâche à intervalle régulier : CRON	20
9	Utilisation des liaisons séries	22
9.1	En ligne de commande (shell).....	22
9.2	En langage C	22
9.3	En Python	25
9.4	En PHP.....	26
10	Le CGI.....	27
10.1	Activer le CGI sur le serveur web lighttpd	27
10.2	Premier test en C	28
10.3	Premier test en Python	29
11	Utilisez les ports GPIO	30
11.1	Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en ligne de commandes	31
11.2	Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en C	32
11.3	Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en PHP.....	33

12	Utilisation des convertisseurs analogique/numérique	37
12.1	Téléchargement, compilation et installation du driver	37
12.2	Lecture d'une ligne analogique en PHP	41
13	Utilisation du bus 1 fil.....	42
13.1	Le 1-Wire bus (bus 1 fil).....	42
13.2	Mesure de température.....	43
13.3	Projet	45
13.3.1	Mise en œuvre des capteurs de température.....	46
13.3.2	Enregistrement périodique avec CRON	48
13.3.3	Interface web	49
14	En savoir plus.....	51

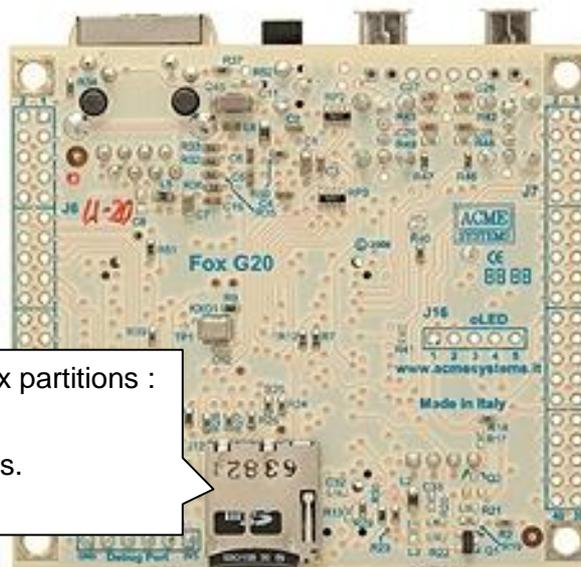
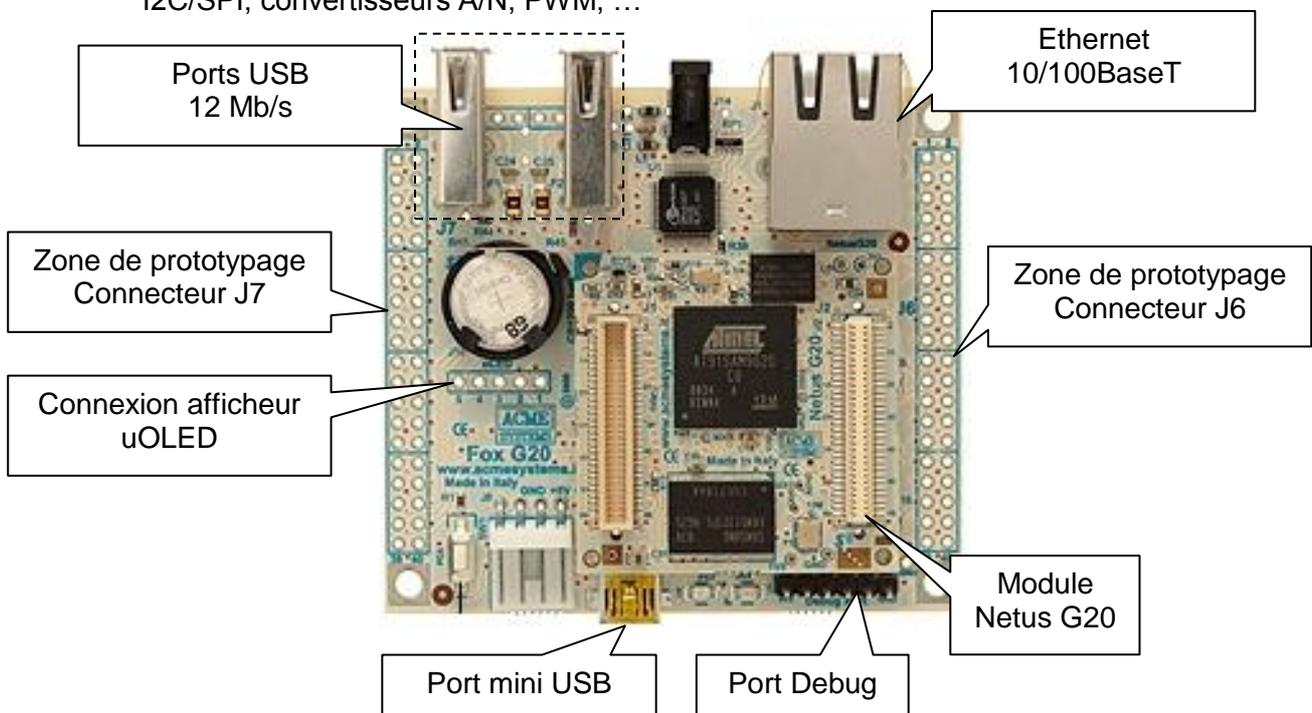
1 La platine FOX Board G20

La platine "FOX Board G20" est un système embarqué avec un OS Linux, construite autour d'un processeur ARM9™ AT91SAM9G20 cadencé à 400 MHz d'Atmel™.

Elle est composée d'une platine support avec étage de régulation multiple (2 x 3,3 V / 1,8 V / 1 V) sur laquelle est insérée le module CPU « NETUS G20 » (lequel intègre le processeur AT91SAM9G20).

La platine support fourni :

- un connecteur d'alimentation,
- un connecteur Ethernet (Base 10/100),
- 2 ports USB 2.0 host,
- un port client sur mini USB,
- une pile de sauvegarde pour horloge RTC,
- un bouton-poussoir libre d'utilisation,
- un emplacement pour afficheurs uOLED intelligents de "4D Systems",
- un connecteur mâle au pas de 2,54 mm pour le raccordement du port série "console/Debug"
- une zone de prototypage rapide disposant de ports série, ports d'entrées/sorties parallèle, I2C/SPI, convertisseurs A/N, PWM, ...



Carte microSD. Elle contient deux partitions :

- FAT16 : Noyau (Kernel)
- EXT4 : système de fichiers.

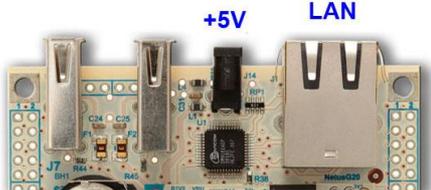
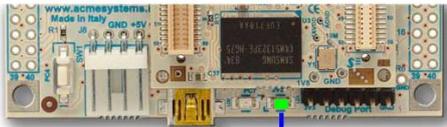
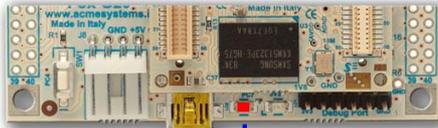
Capacité maximale de 8 Go.

Le premier élément de code exécuté lors du démarrage est le RomBOOT. Ce firmware est stocké dans le processeur Atmel. Il cherche un code exécutable sur la mémoire Dataflash. Cette dernière est programmée par défaut avec le chargeur de démarrage appelé AcmeBoot, qui démarre linux à partir de la carte microSD.

Détail des connexions disponibles : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=hw:foxg20pinout>

2 Connexion

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:gettingstarted>

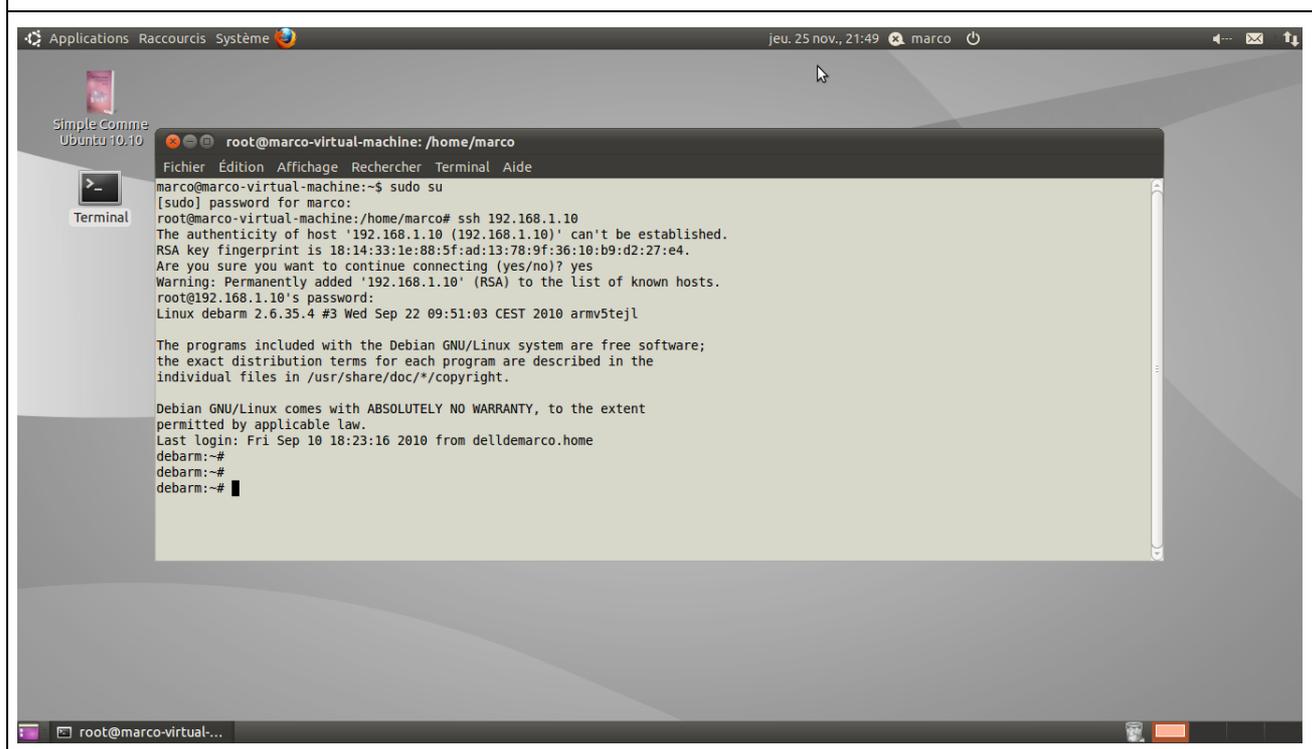
<p>Insérez la carte microSD amorçable contenant l'OS linux dans le lecteur.</p>	 http://foxg20old.acmesystems.it/lib/exe/fetch.php?media=tutorial:microsd_socket.jpg
<p>Connectez la carte au réseau à l'aide d'un câble LAN. Connectez l'alimentation à la carte. Connectez l'alimentation au secteur.</p>	 http://foxg20old.acmesystems.it/lib/exe/fetch.php?media=foxg20:power_and_lan.jpg
<p>Lorsque la carte est alimentée, le voyant vert noté 3V3 s'éclaire. Si vous êtes connecté au port debug, vous voyez la séquence de démarrage à l'écran.</p>	 Power led http://foxg20old.acmesystems.it/lib/exe/fetch.php?media=tutorial:power_led.jpg
<p>Après environ 5 secondes, le voyant rouge noté PC7 se met à clignoter. S'il reste allumé sans clignoter, c'est que la carte microSD n'est pas présente, n'est pas bootable ou le système qu'elle contient est défectueux.</p>	 PC7 led http://foxg20old.acmesystems.it/lib/exe/fetch.php?media=tutorial:pc7_led.jpg

Après environ 20 secondes, le système est opérationnel et il est possible de s'y connecter par le réseau au moyen d'une connexion *ssh*, à condition de connaître l'adresse IP de la carte.

Remarque : Le mot de passe de *root* par défaut est **netusg20**.

2.1 Sous linux (ubuntu)

Ouvrez un terminal, octroyez vous les droits super-utilisateur et ouvrez une connexion *ssh*.



```
jeu. 25 nov., 21:49 marco
root@marco-virtual-machine: /home/marco
marco@marco-virtual-machine:~$ sudo su
[sudo] password for marco:
root@marco-virtual-machine:/home/marco# ssh 192.168.1.10
The authenticity of host '192.168.1.10 (192.168.1.10)' can't be established.
RSA key fingerprint is 18:14:33:1e:88:5f:ad:13:78:9f:36:10:b9:d2:27:e4.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added '192.168.1.10' (RSA) to the list of known hosts.
root@192.168.1.10's password:
Linux debarm 2.6.35.4 #3 Wed Sep 22 09:51:03 CEST 2010 armv5tej1

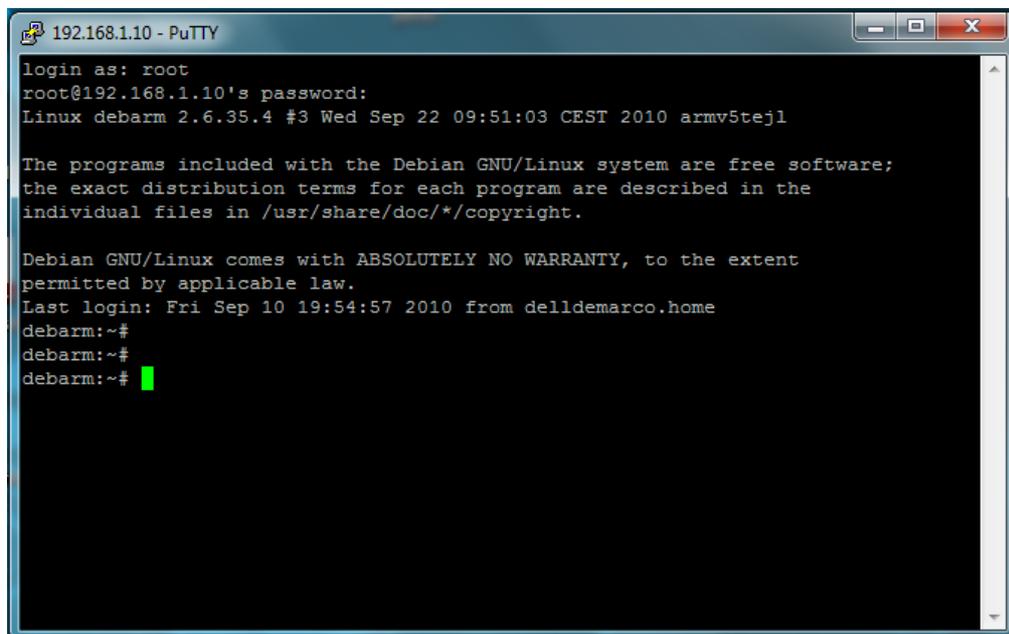
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Fri Sep 10 18:23:16 2010 from delldemarco.home
debarm:~#
debarm:~#
debarm:~#
```

2.2 Sous Windows

Wiki du fabricant : http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:ssh_access

Vous devez disposer du logiciel Putty (<http://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/x86/putty.exe>) .
Exécutez Putty et établissez une connexion *ssh* avec la carte.



```
192.168.1.10 - PuTTY
login as: root
root@192.168.1.10's password:
Linux debarm 2.6.35.4 #3 Wed Sep 22 09:51:03 CEST 2010 armv5tej1

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Fri Sep 10 19:54:57 2010 from delldemarco.home
debarm:~#
debarm:~#
debarm:~# █
```

2.3 Trouvez l'adresse IP de la carte FOX Board G20

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:howtodiscovertheipaddress>

Par défaut, la carte est configurée en adressage automatique. Elle attend donc qu'un serveur DHCP lui attribut ses paramètres TCP/IP.

Pour trouver l'adresse IP qui lui a été attribuée, vous pouvez utiliser le port debug ou un logiciel de scan d'adresses IP (ipscan.exe par exemple).

2.3.1 Port debug

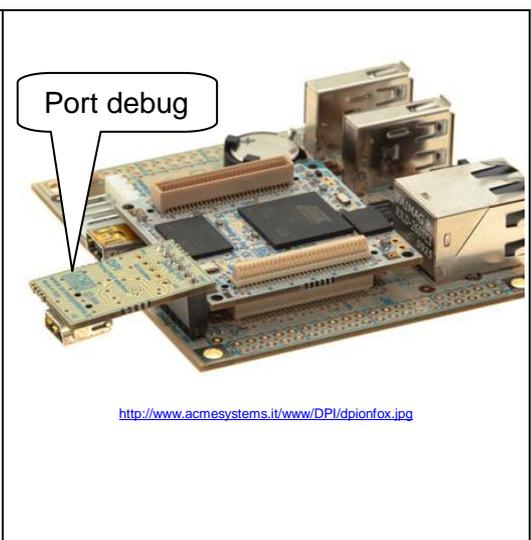
Le port debug (DPI : Debug Port Interface) permet d'établir une connexion avec la carte au moyen d'une connexion USB qui émule une liaison série RS232.

Il est construit autour d'un FTDI FT232 qui ne nécessite pas d'installation de pilotes sous linux. En revanche, sous Windows, il faudra télécharger et installer les pilotes de chez FTDI.

- Sous Windows, on pourra utiliser Hyperterminal.
- Sous linux, on pourra utiliser Minicom.

Les caractéristiques de la liaison sont : 115200bds, 8 bits, 1 Stop, NP, pas de contrôle de flux

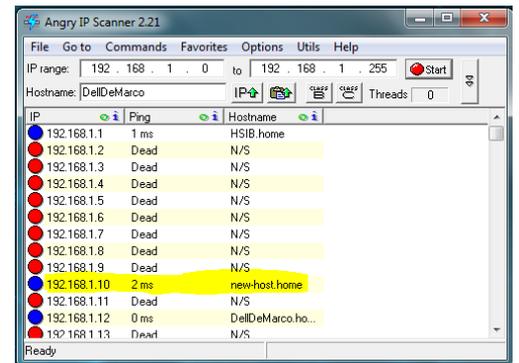
Voir les tutoriels vidéo.



2.3.2 Logiciel ipscan

Pour trouver l'adresse IP fournie par le DHCP, vous pouvez utiliser le logiciel ipscan sous Windows.

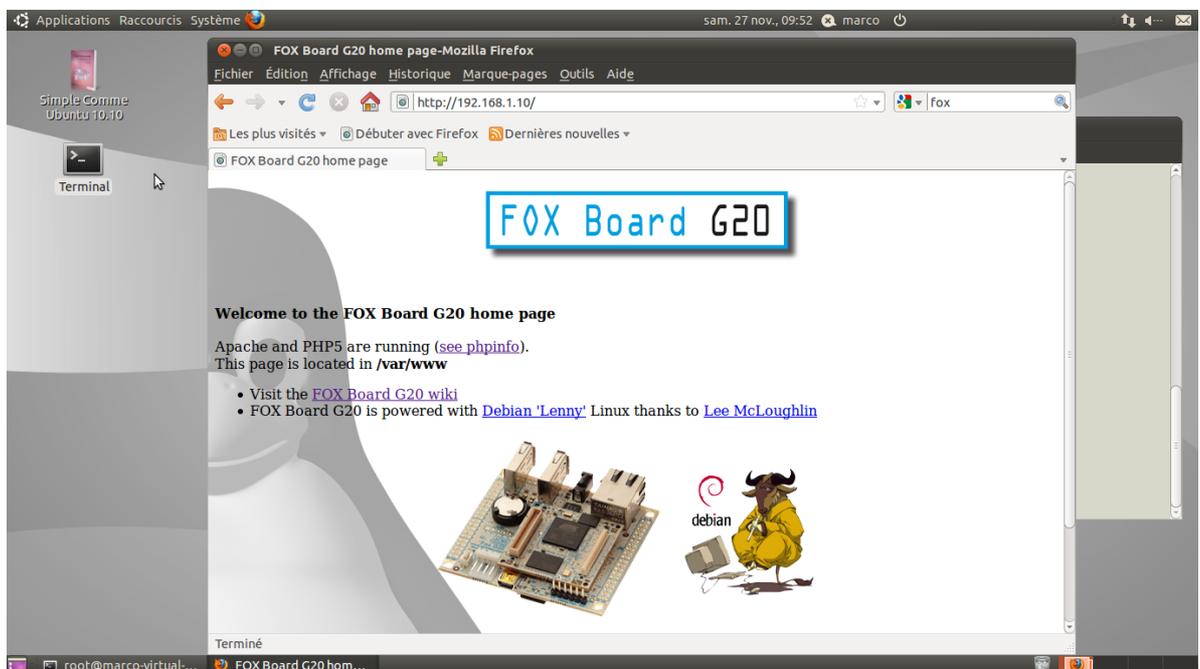
Ce logiciel scanne toutes les adresses IP entre les limites que l'utilisateur a précisées et fournit le nom des périphériques identifiés.



2.4 Connexion au site web embarqué

Wiki du fabricant : http://foxq20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:web_access

Utilisez un navigateur web (IE, Mozilla Firefox, Conqueror, ...) et saisissez dans la barre d'adresse l'adresse IP de la FOX Board G20. Vérifiez la prise en charge de l'extension php en cliquant sur le lien « see phpinfo ».

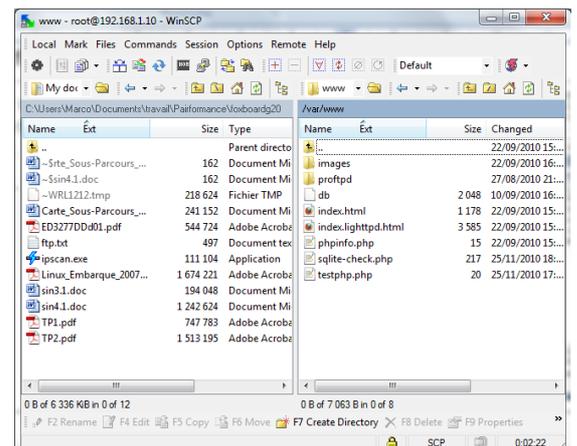


2.5 Transfert de fichiers

Wiki du fabricant : http://foxq20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:scp_access

Pour transférer des fichiers, la carte FOX Board G20 dispose nativement du protocole SCP (Secure Copy Protocol).

- Sous Windows, vous pouvez utiliser WinSCP.
 - Sous linux (ubuntu) :
 - commande `scp` dans un terminal :
`scp <file> <username>@<IP address>:<Destination>`
 - Le navigateur de fichier (Nautilus)
- Voir les tutoriels vidéo.**



3 Réglage de la date et de l'heure

Au premier démarrage de la FOX Board G20, il est peu probable que la date et l'heure soit correcte.

La commande `date` permet de consulter ou de régler la date et l'heure sur un système linux.

```
debarm:~# date
Fri Feb 18 16:47:32 MST 2011
```

Pour modifier la date et l'heure :

```
debarm:~# date -s mm/dd/yy
debarm:~# date -s HH:MM:SS
```

Pour fixer la date et l'heure matérielle (RTC) à l'heure internationale de référence :

```
debarm:~# hwclock --systohc --utc
```

- La commande `hwclock` interroge et positionne l'horloge matérielle RTC.
- La fonction `systohc` (*system to hardware clock*) indique que l'on souhaite régler l'horloge matérielle à l'heure courante du système.
- L'option `utc` indique que l'horloge RTC est conservée au format universel UTC.

L'heure UTC (Universal Time Coordinated), en français Temps Universel Coordonné, est l'heure de référence internationale. Elle correspond à l'heure GMT (Greenwich Mean Time).

Lorsqu'il est 0 heure UTC, il est minuit à Greenwich (Angleterre), sur le méridien de longitude zéro.

Pour fixer la date et l'heure matérielle (RTC) à l'heure locale :

```
debarm:~# hwclock --systohc --localtime
```

```
debarm:~# date -s 03/14/11
Mon Mar 14 00:00:00 CET 2011
debarm:~# date -s 21:24:00
Mon Mar 14 21:24:00 CET 2011
debarm:~# hwclock --systohc --localtime
debarm:~# date
Mon Mar 14 21:26:09 CET 2011
debarm:~# █
```

4 Créer une nouvelle carte microSD

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=dev:bootable-microsd>

La carte microSD contient deux partitions :

- `kernel` : partition FAT16 qui contient le noyau linux (Version 2.6.35.4 mars 2011).
 - ➔ `uImage` : fichier binaire du noyau téléchargeable ici : http://foxg20.acmesystems.it/download/microsd_20100922/uImage
- `rootfs` : partition ext4 qui contient le système de fichier linux.
 - ➔ Ensemble des dossiers et fichiers de l'arborescence du système de fichier de linux. Archive téléchargeable ici : http://foxg20.acmesystems.it/download/microsd_20100922/rootfs.tar.bz2

4.1 Préparer la carte microSD

En général, les cartes microSD sont constituées d'une seule partition principale formatée en FAT16. Il nous faudra donc détruire cette partition et en créer deux nouvelles conformément à l'architecture décrite ci-dessus.

4.1.1 Identification du périphérique

Les supports de stockage de masses sont identifiés dans le dossier `/dev` par des noms plus ou moins explicites indiquant la nature de leur connexion.

Ainsi,

- un disque dur IDE s'appelle `hda` pour le premier, `hdb` pour le second, etc...
- un disque dur SCSI ou USB ou SATA s'appelle `sda` pour premier, `sdb`, etc ...

Si vous ne possédez qu'un disque dur SATA ou SCSI, une clé USB est donc identifiée sous le nom `sdb`.

Les partitions contenues dans un périphérique de stockage de masse est représentée par son numéro d'ordre. Ainsi, la première partition de `sda` s'appelle `sda1`, la seconde `sda2`, ...

Une clé USB ne dispose en générale que d'une seule partition. Dans les mêmes conditions que ci-dessus, elle s'appellera donc `sdb1`.

ATTENTION :

le système de fichier à construire étant de format `ext4`, spécifique à linux, cette opération ne peut être faite que sous linux.

Les opérations de ce chapitre ont été réalisées sur une machine virtuelle créée avec VMware et avec OS linux Ubuntu.

Insérez la microSD dans un adaptateur USB / microSD et insérez-le dans un port USB de l'hôte (machine virtuelle active sinon, c'est l'OS de l'hôte qui va la monter et non la VM).

Exécutez la commande :

```
marco@marco-virtual-machine:~$ sudo su
[sudo] password for marco:
root@marco-virtual-machine:/home/marco# fdisk -l
```

La commande `fdisk -l` permet de lister les périphériques de stockage de masse. Elle affiche aussi leur partitionnement et leurs tailles ainsi que celles des partitions.

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco# fdisk -l

Disque /dev/sda: 21.5 Go, 21474836480 octets
255 têtes, 63 secteurs/piste, 2610 cylindres
Unités = cylindres de 16065 * 512 = 8225280 octets
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Identifiant de disque : 0x0009623c

Périphérique Amorçe Début      Fin        Blocs      Id Système
/dev/sda1  *          1          2497       20051968   83 Linux
/dev/sda2                2497       2611       916481     5 Etendue
/dev/sda5                2497       2611       916480     82 Linux swap / Solaris

Disque /dev/sdb: 1967 Mo, 1967128576 octets
232 têtes, 57 secteurs/piste, 290 cylindres
Unités = cylindres de 13224 * 512 = 6770688 octets
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Identifiant de disque : 0x0008a0b5

Périphérique Amorçe Début      Fin        Blocs      Id Système
/dev/sdb1                1          291        1918976     6 FAT16
La partition 1 a des débuts physique/logique différents (non Linux?):
 phys=(0, 2, 3) logique=(0, 2, 15)
La partition 1 a des fins physique/logique différentes:
 phys=(238, 231, 57) logique=(290, 54, 42)
root@marco-virtual-machine:/home/marco#

```

Mon disque dur :
SCSI de 20Go
Créer sous VMware

Ma carte miniSD
2Go
1 partition FAT16

4.1.2 Partitionnement et formatage

ATTENTION :

Assurez-vous d'avoir bien identifier votre microSD comme indiqué dans la partie précédente. Ici, ma microSD s'appelle `sdb`. Le partitionnement et le formatage détruira irrémédiablement les données présentes sur le support indiqué.

Faites attention que `sdb` ne soit pas un de vos disque dur par exemple.

Commençons par «démonter» la microSD, c'est-à-dire la déconnecter du système de fichier :

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco# umount /dev/sdb1

```

Détruisons le partitionnement existant sur `sdb` :

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco# parted /dev/sdb -s rm 1

```

Créons les deux partitions sur `sdb` : fat16 de 32Mo et le reste en ext4.

```

root@marco-virtual-machine:/ # parted /dev/sdb
(parted) mkpart
Type de partition ? primary/primaire/extended/étendue? primaire
Type de système de fichiers ? [ext2]? fat16
Début ? 0
Fin ? 32M
Avertissement: L'alignement de la partition ainsi définie n'est pas optimal au niveau
performance.
Ignorer/Ignore/Annuler/Cancel? ignore
(parted) mkpart
Type de partition ? primary/primaire/extended/étendue? primaire
Type de système de fichiers ? [ext2]? ext4
Début ? 32M
Fin ? -1
(parted) print
Modèle: ChipsBnk SD/MMCReader (scsi)
Disque /dev/sdb : 1967MB
Taille des secteurs (logique/physique) : 512o/512o
Table de partitions : msdos

Numéro  Début      Fin        Taille  Type      Système de fichiers  Fanions
 1      512B      32,0MB    32,0MB  primary  fat16                lba
 2      32,5MB    1967MB    1935MB  primary  ext4

(parted) quit

```

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco# parted /dev/sdb
GNU Parted 2.3
Utilisation de /dev/sdb
Bienvenu dans GNU Parted ! Tapez "help" pour voir la liste des commandes.
(parted) mkpart
Type de partition ? primary/primaire/extended/étendue? primaire
Type de système de fichiers ? [ext2]? fat16
Début ? 0
Fin ? 32M
Avertissement: L'alignement de la partition ainsi définie n'est pas optimal au niveau performance.
Ignorer/Ignore/Annuler/Cancel? ignore
(parted) mkpart
Type de partition ? primary/primaire/extended/étendue? primaire
Type de système de fichiers ? [ext2]? ext4
Début ? 32M
Fin ? -1
(parted) print
Modèle: ChipsBnk SD/MMCReader (scsi)
Disque /dev/sdb : 1967MB
Taille des secteurs (logique/physique) : 512o/512o
Table de partitions : msdos

Numéro Début Fin Taille Type Système de fichiers Fanions
1 512B 32,0MB 32,0MB primary fat16 lba
2 32,5MB 1967MB 1935MB primary ext4

(parted) quit
Information: Ne pas oublier de mettre à jour /etc/fstab si nécessaire.

root@marco-virtual-machine:/home/marco#

```

-1 : jusqu'à la fin des 2Go

Il ne reste plus qu'à formater les deux partitions. La première en FAT16 nommée kernel :

```

root@marco-virtual-machine:/ # mkdosfs /dev/sdb1 -n kernel

```

La seconde en ext4 nommée rootfs :

```

root@marco-virtual-machine:/ # mke2fs -t ext4 /dev/sdb1 -L rootfs

```

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco# mkdosfs /dev/sdb1 -n kernel
mkdosfs 3.0.9 (31 Jan 2010)
root@marco-virtual-machine:/home/marco# mke2fs -t ext4 /dev/sdb2 -L rootfs
mke2fs 1.41.12 (17-May-2010)
Étiquette de système de fichiers=rootfs
Type de système d'exploitation : Linux
Taille de bloc=4096 (log=2)

```

Retirez l'adaptateur USB/microSD, puis après quelques secondes, rebranchez-le. Les deux partitions nouvellement créées seront automatiquement montées dans le dossier /media.

- /media/kernel
- /media/rootfs

4.2 Copie du noyau et du système de fichier

Téléchargez le noyau linux et l'archive du système de fichier :

- kernel : http://foxg20.acmesystems.it/download/microsd_20100922/uImage
- rootfs : http://foxg20.acmesystems.it/download/microsd_20100922/rootfs.tar.bz2

Copiez ensuite le fichier ulmage dans la partition kernel.

```

root@marco-virtual-machine:/ # cp /home/marco/Téléchargements/uImage /media/kernel/

```

Décompactez l'archive du système de fichiers et copiez le contenu dans la partition rootfs.

```

root@marco-virtual-machine:/# tar xvjpsf /home/marco/Téléchargements/rootfs.tar.bz2 -C /media/kernel/

```

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco# cp /home/marco/Téléchargements/uImage /media/kernel/  
root@marco-virtual-machine:/home/marco# tar xvjpSf /home/marco/Téléchargements/rootfs.tar.bz2 -C /media/rootfs/
```

4.3 Finalisation de la microSD

4.3.1 Synchroniser les données en mémoire et sur la microSD

```
root@marco-virtual-machine:/ # sync
```

4.3.2 Démontage des partitions

```
root@marco-virtual-machine:/ # umount /media/kernel  
root@marco-virtual-machine:/ # umount /media/rootfs
```

Retirez l'adaptateur USB/microSD, puis retirez la carte microSD de l'adaptateur.

Insérez la carte microSD dans la FOX Board G20 et démarrez-la.

5 Le serveur web embarqué

Le serveur web embarqué de la FOX Board G20 est un serveur Lighttpd (<http://www.lighttpd.net/>).

Ce serveur présente, entre autre, l'avantage d'être bien plus léger qu'un serveur Apache.

Les fichiers du site web embarqué sont situés dans le dossier `/var/www`.

Par défaut, ce dossier contient la page d'accueil `index.html`.

5.1 HTML

Créez une page de test HTML sur votre ordinateur et transférez-la dans le dossier du serveur web embarqué. Testez l'affichage de la page dans un navigateur.

```
<HTML>
<HEAD>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset="utf-8" />
  <TITLE>Page Test</TITLE>
</HEAD>
<BODY BGCOLOR="#FF9966">
  <H1><CENTER><B>Bonjour &agrave; tous!</B></CENTER></H1>
  <H2><CENTER><B>Bienvenue</B></CENTER></H2>
  <P>Vous &ecirc;tes ici sur une <B>page de test...</B></P>
  <P>Pour vous rendre &agrave; la page d'accueil, <A HREF="index.html"><B><I>cliquez
ici!</I></B></A></P>
</BODY>
</HTML>
```

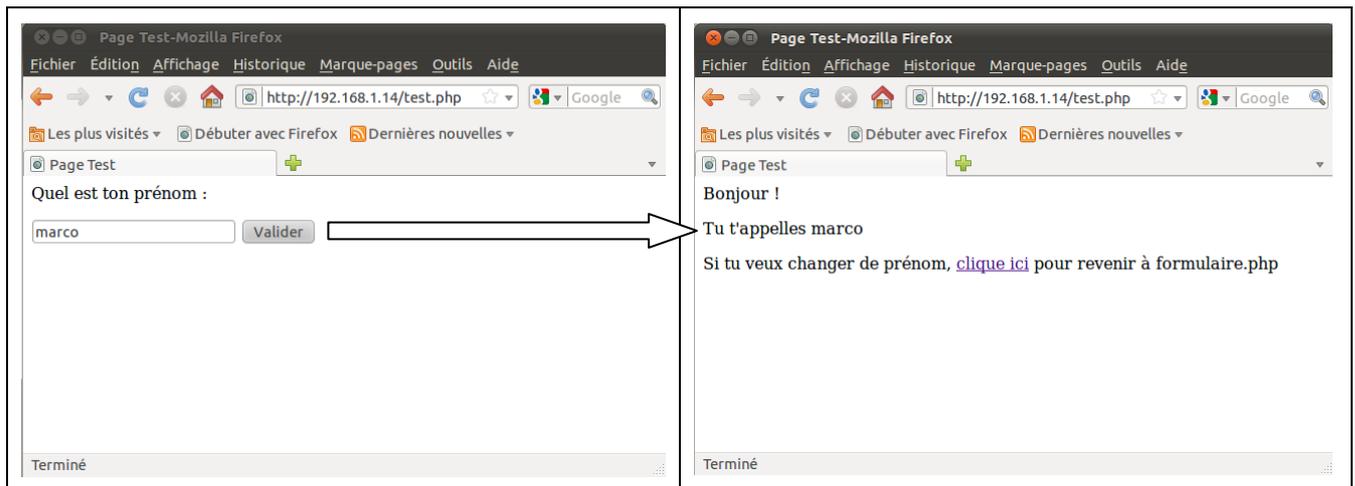


5.2 PHP

PHP pour Lighttpd est installé par défaut sur la FOX Board G20.

Créez une page de test PHP sur votre ordinateur et transférez-la dans le dossier du serveur embarqué. Testez l'affichage de la page.

```
<HTML>
<HEAD>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset="utf-8" />
  <TITLE>Page Test</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<?php
if(!isset($_POST["valider"]))
{
  echo'<p>Quel est ton prénom :</p>';
  echo'<form method="post">';
  echo'<p><input type="text" name="prenom" />
    <input type="submit" name="valider" value="Valider" /></p>' ;
  echo'</form>' ;
}
else
{
  echo'<p>Bonjour !</p>' ;
  echo"<p>Tu t'appelles ".$_POST["prenom"].'</p>' ;
  echo'<p>Si tu veux changer de prénom, <a href="testphp.php">clique ici
    </a> pour revenir à formulaire.php</p>' ;
}
?>
</BODY>
</HTML>
```



5.3 SQLITE

Le serveur de base de données (SGBD) de la carte FOX Board G20 est SQLITE.

Il n'est pas installé par défaut. Pour l'installer et permettre sa prise en charge par PHP, suivez les instructions suivantes :

```
debarm:~# apt-get update
debarm:~# apt-get install sqlite3
debarm:~# apt-get install php5-sqlite
...
debarm:~# /etc/init.d/lighttpd restart
```

La dernière commande permet de redémarrer le serveur web afin qu'il puisse gérer les accès au serveur de bases de données SQLITE3.

Malheureusement, SQLITE3 ne dispose pas d'interface graphique de gestion comme PhpMyAdmin pour MySQL. Il faudra donc apprendre à utiliser l'interface en lignes de commandes.

Créez une nouvelle base de données *basetest* à l'aide de l'instruction `sqlite3`, créez une table `test` et insérez-y des données. Affichez le contenu de la table :

```
debarm:/var/www# sqlite3 basetest
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> create table test ("nom" VARCHAR(20), "prenom" VARCHAR(20), "etablissement" TEXT, "ville"
VARCHAR(20));
sqlite> insert into test values("silanus","marc","Lycee A. BENOIT","L'ISLE SUR LA SORGUE");
sqlite> insert into test values("toto","robert","Lycee A. BENOIT","L'ISLE SUR LA SORGUE");
sqlite> select * from test;
silanus|marc|Lycee A. BENOIT|L'ISLE SUR LA SORGUE
toto|robert|Lycee A. BENOIT|L'ISLE SUR LA SORGUE
sqlite> .quit
debarm:/var/www#
```

Création de la base de données

Création de la table

```
debarm:/var/www# sqlite3 basetest
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> create table test ("nom" VARCHAR(20), "prenom" VARCHAR(20), "etablissement" TEXT, "ville" VARCHAR(20));
sqlite> insert into test values("silanus","marc","Lycee A. BENOIT","L'ISLE SUR LA SORGUE");
sqlite> insert into test values("toto","robert","Lycee A. BENOIT","L'ISLE SUR LA SORGUE");
sqlite> select * from test;
silanus|marc|Lycee A. BEN |L'ISLE SUR LA SORGUE
toto|robert|Lycee A. BENO |'ISLE SUR LA SORGUE
sqlite> .quit
debarm:/var/www#
```

Sélection des données

Insertion des données

5.4 PHP/SQLITE

Comme pour interfacier PHP et MySQL (vue dans le module SIN413), on utilisera l'extension `pdo` (*PHP Data Objects*).

Créez une page de test `SQLITE` avec PHP sur votre ordinateur et transférez-la dans le dossier du serveur embarqué. Testez l'affichage de la page.

```
<?php
// Connexion à la base de données
$dbh = new PDO("sqlite:/var/www/basetest");

// Requête de selection
$sql = "SELECT * FROM test";

// Affichage des résultats
foreach ($dbh->query($sql) as $row)
{
    echo $row[nom]." ".$row[prenom]." - ".$row[etablissement].
        " - ".$row[ville]."<br>";
}
$dbh = null;
?>
```



6 Programmer en C

6.1 Premier programme

Nous commencerons par le traditionnel « *helloworld* » :

```
// helloworld.c
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    printf("Hello World !\n ");
    return 0;
}
```

Pour compiler le programme, on utilise le compilateur `gcc` disponible dans système.

Le fichier `helloworld.c` est enregistré ici dans `/root`.

Syntaxe :

```
debarm:/root# gcc <fichier source> -o <fichier de sortie>
```

Ici :

```
debarm:/root# gcc helloworld.c -o helloworld
```

Exécutez le programme :

```
debarm:/root# ./helloworld
```

Remarque : l'exécution se fait partir du dossier courant (`./`). Si fichier à exécuter est hors du dossier courant, on saisit le chemin d'accès (`/root/helloworld`).

```
debarm:~# gcc helloworld.c -o helloworld
debarm:~# ./helloworld
Hello World !
```

Compilation

Exécution

6.2 Interfacer SQLITE et C

Les opérations sur les bases de données sont effectuées soit directement par l'utilisateur au moyen de la console `sqlite3`, soit au moyen d'un programme (en C, Python, script Shell, ...).

Pour interfacer le gestionnaire de base de données `SQLITE` et le langage C, il faut inclure dans la librairie `libsqlite3-dev` qui donne accès aux structures, fonctions et constantes permettant les opérations sur les bases de données :

- `sqlite3_stmt` : Structure qui permet de préparer l'accès aux tables
- `sqlite3_open()` : Ouvrir une base de données
- `sqlite3_exec()` : Exécuter une requête (première méthode)
- `sqlite3_prepare_v2()` : Exécuter une requête (deuxième méthode)
- `sqlite3_column_count()` : Nombre de colonnes de la table
- `sqlite3_column_name()` : Nom des colonnes de la table
- `sqlite3_column_text()` : Valeurs d'un enregistrement
- `SQLITE_ROW` : Constante indiquant la présence de donnée dans la ligne
- `SQLITE_DONE` : Fin de la table

Consultez la documentation officielle de `SQLITE` : <http://www.sqlite.org/cintro.html>

Installez la librairie `libsqlite3-dev` :

```
debarm:~# apt-get install libsqlite3-dev
```

```
debarm:~# apt-get install libsqlite3-dev
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```

Saisissez le programme suivant qui ajoute deux lignes à la table *test* créée précédemment. Compilez-le et exécutez-le.

```

#include<stdio.h>
#include<sqlite3.h> // apt-get install libsqlite3-dev
#include<stdlib.h>

int main(int argc, char** args)
{
    //Créez une variable de type int pour stocker le code de retour pour chaque appel
    int retval;
    char *query;
    // Préparer l'accès aux tables
    sqlite3_stmt *stmt;
    // Créer un handle pour la connexion à base de données
    sqlite3 *handle;

    // Essai de connexion à la base de données
    retval = sqlite3_open("basetest",&handle);//Si la connexion ne marche pas, handle retourne NULL
    if(retval)
    {
        printf("Impossible de se connecter à la base de données\n");
        return -1;
    }
    printf("Connexion réussie\n");

    query = "INSERT INTO test VALUES('tyty','robert','Lycee Albert Camus','Paris)";
    retval = sqlite3_exec(handle,query,0,0,0);
    query = "INSERT INTO test VALUES('gogo','marcel','Lycee Thiers','Marseille)";
    retval = sqlite3_exec(handle,query,0,0,0);
    // Lire le contenu de la table
    query = "SELECT * from test";
    retval = sqlite3_prepare_v2(handle,query,-1,&stmt,0);
    if(retval)
    {
        printf("Impossible de lire la table\n");
        return -1;
    }
    // Lire le nombre de lignes récupérées
    int cols = sqlite3_column_count(stmt);
    // Ecriture de l'entête des colonnes
    int col;
    for(col=0 ; col<cols;col++) printf("%s \t\t | ",sqlite3_column_name(stmt,col));
    printf("\n");
    //Ecriture des données
    while(1)
    {
        // récupérer le status de la ligne (contient de données ou fin de table)
        retval = sqlite3_step(stmt);
        if(retval == SQLITE_ROW)
        {
            // La ligne contient des données
            int col;
            for(col=0 ; col<cols;col++)
            {
                // sqlite3_column_text retourne un const void* => cast en const char*
                const char *val = (const char*)sqlite3_column_text(stmt,col);
                printf("%s \t\t | ",val);
            }
            printf("\n");
        }
        else if(retval == SQLITE_DONE)
        {
            // Plus de données
            printf("Fin de la table\n");
            break;
        }
        else
        {
            // Erreur
            printf("Erreur lors de l'accès aux données\n");
            return -1;
        }
    }
    // Fermeture du handle pour libérer la mémoire
    sqlite3_close(handle);
    return 0;
}

```

Préciser au compilateur gcc d'utiliser la librairie libsqlite3-dev :

```
debarm:~# gcc testsqlite3.c -o testsqlite3 -l sqlite3
debarm:~# ./testsqlite3
```

```
debarm:~# gcc testsqlite3.c -o testsqlite3 -l sqlite3
debarm:~# ./testsqlite3
Connexion réussie
```

nom	prenom	etablissement	ville
silanus	marc	Lycee A. BENOIT	L'ISLE SUR LA SORGUE
toto	robert	Lycee A. BENOIT	L'ISLE SUR LA SORGUE
tyty	robert	Lycee Albert Camus	Paris
gogo	marcel	Lycee Thiers	Marseille

Fin de la table

```
debarm:~# sqlite3 basetest
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from test;
silanus|marc|Lycee A. BENOIT|L'ISLE SUR LA SORGUE
toto|robert|Lycee A. BENOIT|L'ISLE SUR LA SORGUE
tyty|robert|Lycee Albert Camus|Paris
gogo|marcel|Lycee Thiers|Marseille
sqlite>
```

Vérification directe dans la base de données

Lecture de la table par le programme en C

7 Programmer en Python

Python est un langage de programmation à typage dynamique qui à été développé en 1989 par Guido Van Rossum et de nombreux bénévoles.

Python fait partie des langages de script alors que Java, C++ et C sont des langages qui nécessitent une compilation. Les langages de script sont plus rapides au développement que les autres. Les programmes comportent moins de lignes (environ 50 % de moins), par contre leur vitesse d'exécution est plus lente. De plus, la place mémoire prise par ses langages lors de l'exécution d'un programme est plus grande qu'en C/C++.

Python est installé par défaut sur la FOX Board G20.

Consultez la documentation officielle : <http://docs.python.org/>

7.1 Premier programme en Python

Nous commencerons par le traditionnel « *helloworld* » :

```
# Programme helloworld.py
print "Hello Word !"
```

Exécutez le programme :

```
debarm:/root# python helloworld.py
```

```
debarm:~# python helloworld.py
Hello Word !
debarm:~# █
```

Exécution avec la commande `python` suivis du nom du fichier avec l'extension `.py`

7.2 Interfacer SQLITE et Python

Créez une base de données *basecron* :

```
debarm:~# sqlite3 basecron
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> create table tablecron ("num" INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT, "date" DATE);
sqlite> .quit
debarm:~#
```

Cette table contient deux champs :

- `num` : entier, clé primaire et auto-incrémenté
- `date` : de type date, enregistre la date et l'heure de la création de l'enregistrement

Le script suivant enregistre la date et l'heure de son exécution dans la table *tablecron* de la base de données *basecron* :

```
#!/user/bin/python2.5
import time
import sqlite3
# Insérer des données dans la table
connection = sqlite3.connect("/root/basecron")
cursor = connection.cursor()
cursor.execute("INSERT INTO tablecron ('date') VALUES (datetime('now','localtime')) ")
connection.commit()
```

Shebang : cette ligne indique le que programme qui suit doit être interprété par l'interpréteur `python2.5` situé dans `/user/bin`.

Remarque : Comparez avec le même programme C page 16.

```
debarm:~# python ecrireDansTable.py
debarm:~# sqlite3 basecron
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from tablecron;
1|2011-03-14 01:16:45
2|2011-03-14 18:38:57
....
11|2011-03-14 23:19:02
sqlite> .quit
debarm:~# date
Mon Mar 14 23:20:32 CET 2011
```

Exécution

Nouvelle entrée dans la base de données

Date et heure actuelle pour vérification

8 Exécuter une tâche à intervalle régulier : CRON

Cron est un service de linux utilisé pour programmer des tâches devant être exécutées à un moment précis. Les actions et leurs périodicités sont indiquées dans le fichier **crontab**.

Pour ouvrir et modifier **crontab**:

```
debarm:~# crontab -e
```

La syntaxe est la suivante :

```
# m h dom mon dow command
```

Chaque ligne du fichier correspond à une commande que l'on veut voir exécutée régulièrement.

X X X X X Commande	Exemples :	
	Crontab	Signification
	47 * * * * commande	Toutes les heures à 47 minutes exactement. Donc à 00h47, 01h47, etc.
	0 0 * * 1 commande	Tous les lundis soir à minuit.
	0 4 1 * * commande	Tous les premiers du mois à 4h du matin.
	0 4 * 12 * commande	Tous les jours du mois de décembre à 4h du matin.
	0 * 4 12 * commande	Toutes les heures les 4 décembre.
	* * * * * commande	Toutes les minutes !

Remarque : la commande sera exécutée dans le dossier personnel de l'utilisateur, ici **root**.

```
# Ecrire Salut toutes les minutes dans /root/testcron.log
***** echo "Salut" >> testcron.log
```

Nous allons utiliser **cr**on pour enregistrer des données à intervalle régulier dans une table. La base de données doit donc être préalablement créée.

Nous utiliserons **basecron** définie dans la partie précédente.

Remarque : Le champ **date** enregistrera la date et l'heure système sous le format suivant :

aaaa-mm-jj hh:mm:ss.

Il est donc nécessaire de régler la date et l'heure du système conformément à la partie 3 « Réglage de la date et de l'heure ».

Le programme en C suivant ajoute les lignes à la table :

```
#include<stdio.h>
#include<sqlite3.h> //apt-get install libsqlite3-dev
#include<stdlib.h>

int main(int argc, char** args)
{
    // Créez une variable de type int pour stocker le code de retour pour chaque appel
    int retval;
    char *query;
    // Préparer l'accès aux tables
    sqlite3_stmt *stmt;
    // Créer un handle pour la connexion à base de données
    sqlite3 *handle;
    // Essai de connexion à la base de données
    retval = sqlite3_open("/root/basecron",&handle);
    // Si la connexion ne marche pas, le handle retourne NULL
    if(retval)
    {
        printf("Impossible de se connecter à la base de données\n");
        return -1;
    }
    printf("Connexion réussie\n");
    query = "INSERT INTO tablecron ('date') VALUES (datetime('now','localtime'))";
    retval = sqlite3_exec(handle,query,0,0,0);
    // Fermeture du handle pour libérer la mémoire
    sqlite3_close(handle);
    return 0;
}
```

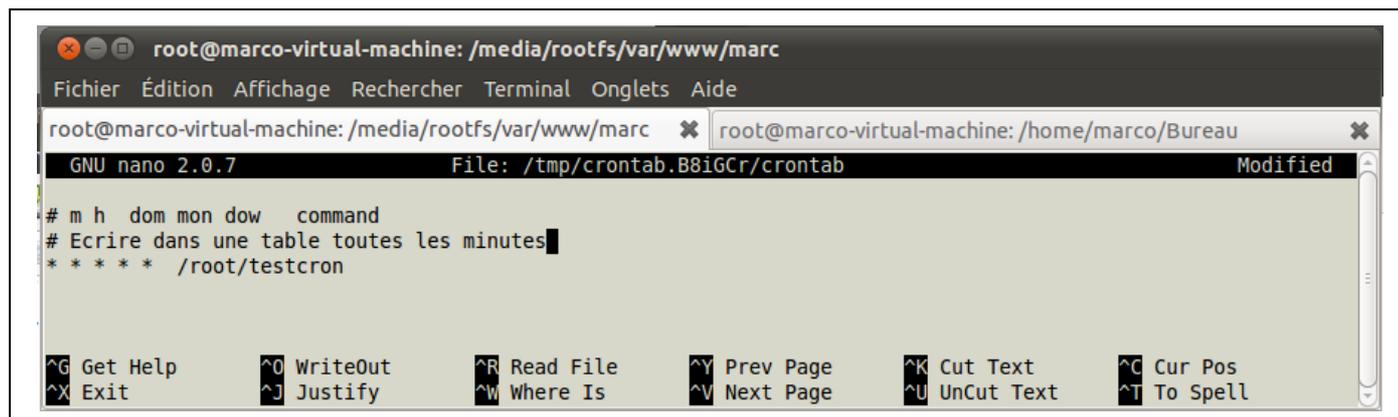
Compilez et exécutez le programme. Vérifiez le contenu de la table. Une ligne a dû être ajoutée.

```
debarm:~# gcc testcron.c -o testcron -l sqlite3
debarm:~# ./testcron
debarm:~# Connexion réussie
debarm:~# sqlite3 basecron
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from tablecron;
1|2010-11-27 22:59:22
sqlite> .quit
debarm:~#
```

Rendez la tâche répétitive :

```
debarm:~# crontab -e

# Ecrire dans une table toutes les minutes
# Un commentaire commence par #
* * * * * /root/testcron
```



Remarque : le fichier *crontab* s'ouvre dans l'éditeur de texte nano installé par défaut dans la FOX Board G20 et qui est courant sous linux.

- Pour enregistrer les modifications : Ctrl + O
- Pour quitter : Ctrl + X

Après quelques minutes, consultez la table :

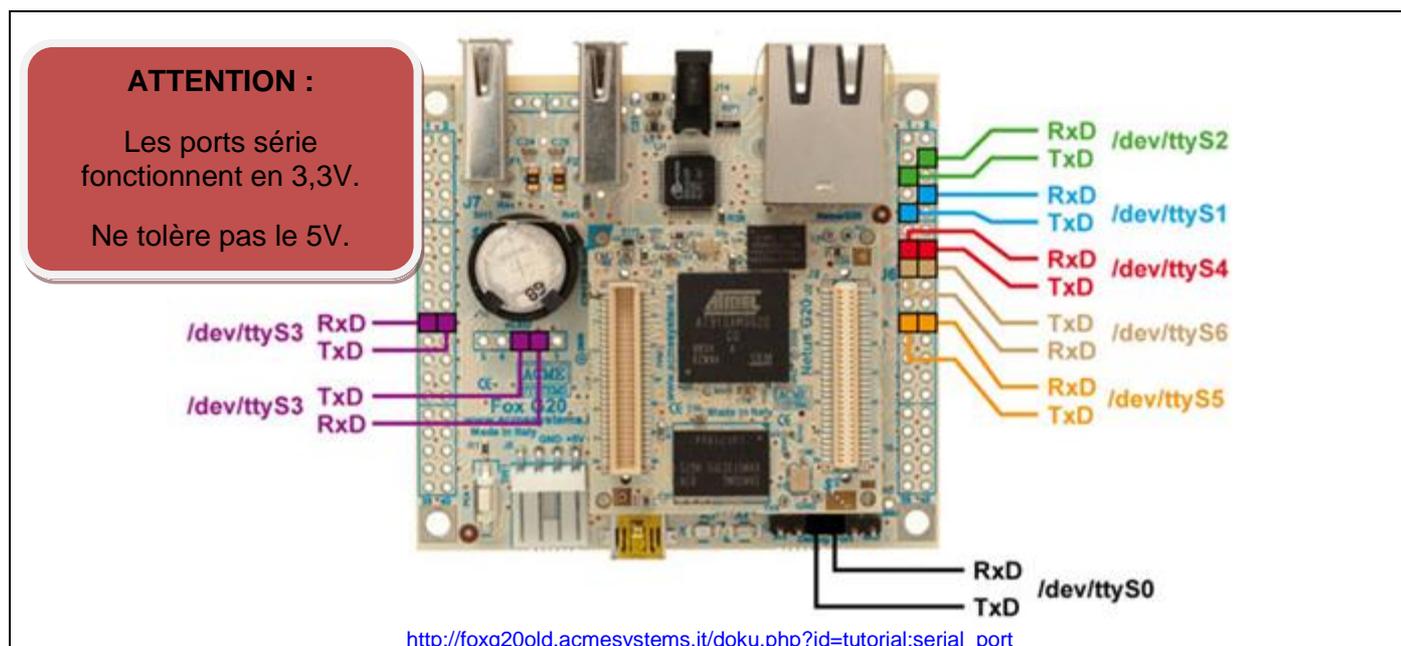
```
debarm:~# sqlite3 basecron
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from tablecron;
1|2010-11-27 22:59:22
2|2010-11-27 23:00:36
3|2010-11-27 23:01:38
4|2010-11-27 23:20:37
sqlite> .quit
debarm:~#
```

L'exécution de la tâche définie dans le fichier crontab se fait de manière silencieuse, on dit couramment « en tâche de fond ». Ceci illustre bien le caractère multi-tâche de l'OS linux.

9 Utilisation des liaisons séries

Wiki du fabricant : http://foxq20.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:serial_port

La FOX Board G20 dispose de plusieurs ports séries :



Le fabricant propose un module de connexion aux ports séries (Daisy RS232 module et Daisy adapter). Consultez le site du fabricant à l'adresse suivante :

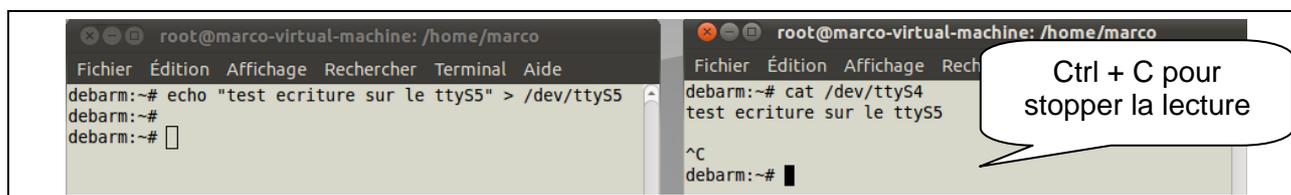
http://foxq20.acmesystems.it/doku.php?id=daisy:daisy9_rs232

9.1 En ligne de commande (shell)

Sous Linux, chaque port série est représenté par un fichier de périphérique situé dans le dossier /dev.

Connectez les lignes RX et TX du port COM4 (ttyS5) et COM3 (ttyS4) entre elles et testez l'envoi et la réception de caractères à partir du terminal (ouvrez deux terminaux simultanément) :

Premier terminal :	Deuxième terminal :
<pre>debarm:~# echo "test d'écriture sur le ttyS5" > /dev/ttyS5 debarm:~# debarm:~#</pre>	<pre>debarm:~# cat /dev/ttyS4 test d'écriture sur le ttyS5 CTRL+C debarm:~#</pre>



9.2 En langage C

Dans un programme en C, on ouvre ces fichiers comme n'importe quel autre fichier grâce à la fonction `open ()` :

```
int fd;
if ((fd = open("/dev/ttyS1",O_RDWR))<0)
{
    fprintf (stderr,"Erreur d'ouverture %s\n", strerror(errno));
    exit(-1);
}
```

Une fois que le port est ouvert, on peut y lire et y écrire des caractères au moyen des fonctions `read ()` et `write ()`.

Mais auparavant, il faut configurer les paramètres de la liaison. Ils répondent à la norme **POSIX** et sont regroupés dans une structure nommée **termios** définie dans le fichier *termios.h* qu'il faut inclure. Ce fichier est situé dans */usr/include* et */usr/include/bits*.

Cette structure comporte les champs suivants

```
struct termios {
    tcflag_t c_iflag;      /* modes d'entrée */
    tcflag_t c_oflag;      /* modes de sortie */
    tcflag_t c_cflag;      /* modes de contrôle */
    tcflag_t c_lflag;      /* modes locaux */
    cc_t c_cc[NCCS];      /* caractères de contrôle */
};
```

Consultez la documentation de **termios** pour plus d'informations (en français, sous licence GPL, traduite par Christophe Blaess (ccb@club-internet.fr)) :

<http://www.linux-kheops.com/doc/man/manfr/man-html-0.9/man3/termios.3.html>

Ecrire des données : *ecrireSerialPort.c*

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdarg.h>
#include <termios.h>

int main(void)
{
    int fd;
    struct termios termios_p;

    /* Ouverture de la liaison serie */
    if ( (fd=open("/dev/ttyS4",O_WRONLY))<0)
    {
        fprintf(stderr,"Erreur d'ouverture %s\n", strerror(errno));
        exit(-1);
    }

    /* Lecture des parametres courants */
    tcgetattr(fd,&termios_p);

    /* On ignore les BREAK et les erreur de parité*/
    termios_p.c_iflag = IGNBRK | IGNPAR;

    /* Pas de mode de sortie particulier */
    termios_p.c_oflag = 0;

    /* Liaison a 9600 bps avec 8 bits de donnees */
    termios_p.c_cflag = B9600 | CS8;

    /* Mode non-canonique sans echo */
    termios_p.c_lflag &= ~(ECHO);
    termios_p.c_lflag &= ~(ICANON);

    /* Caracteres immediatement disponibles */
    termios_p.c_cc[VMIN] = 1;
    termios_p.c_cc[VTIME] = 0;

    /* Sauvegarde des nouveaux parametres */
    tcsetattr(fd,TCSANOW,&termios_p);

    int i=0;
    while(i<10)
    {
        char a_transmettre[100];
        sprintf(a_transmettre,"%d - test de transmission",i);
        write(fd,a_transmettre,strlen(a_transmettre));
        i++;
        sleep(1);
        printf(a_transmettre);
        printf("\nnombre de caractères transmis : %d\n\n",strlen(a_transmettre));
    }
    write(fd,"fin.",4);
    /* Fermeture */
    close(fd);

    /* Bye... */
    exit(0);
}
```

Lire des données : *lireSerialPort.c*

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdarg.h>
#include <termios.h>

int main(void)
{
    int    fd;
    struct termios termios_p;

    /* Ouverture de la liaison serie */
    if ( (fd=open("/dev/ttyS5",O_RDONLY))<0)
    {
        fprintf (stderr,"Erreur d'ouverture %s\n", strerror(errno));
        exit(-1);
    }

    /* Lecture des parametres courants */
    tcgetattr(fd,&termios_p);

    /* On ignore les BREAK */
    termios_p.c_iflag = IGNBRK | IGNPAR;

    /* Pas de mode de sortie particulier */
    termios_p.c_oflag = 0;

    /* Liaison a 9600 bps avec 8 bits de donnees et une parite paire */
    termios_p.c_cflag = CREAD | B9600 | CS8; //CREAD

    /* Mode non-canonique sans echo */
    termios_p.c_lflag &= ~(ECHO);
    termios_p.c_lflag &= ~(ICANON);

    /* Caracteres immediatement disponibles */
    termios_p.c_cc[VMIN] = 1;
    termios_p.c_cc[VTIME] = 0;

    /* purge donnees non lues ou non envoyees */
    tcflush(fd, TCIFLUSH);

    /* Sauvegarde des nouveaux parametres */
    tcsetattr(fd,TCSANOW,&termios_p);

    int fin=0;
    while(!fin)
    {
        //lecture de 100 caractères max
        char    c[100]="";
        read(fd,&c,100);
        if(c[strlen(c)-1]!='.') fin=1;
        printf("%s",c);
        printf("\nnombre de caractères reçus : %d\n\n",strlen(c));
        /* La transmission se termine par un . */
    }

    /* Fermeture */
    close(fd);

    /* Bye... */
    exit(0);
}
```

Compilez et exécutez ces deux programmes dans des terminaux différents après avoir connecter entre eux les ports `ttys4` et `ttys5` comme au paragraphe précédent.

Vérifiez que les données sont bien transmises d'un port à l'autre.

10 En Python

Pour transmettre des caractères sur le port `ttyS5`:

```
#!/usr/bin/python2.5

#serialPortPrint.py

import serial

ser2 = serial.Serial(port='/dev/ttyS5', baudrate=9600, timeout=1, parity=serial.PARITY_NONE,
stopbits=serial.STOPBITS_ONE, bytesize=serial.EIGHTBITS)
s = ser2.read(1) # lire un caractere
chaine = ""
while (s != "q"):
    s = ser2.readline() # lire une ligne (fini par un retour chariot)
    if (s != ""):
        print s
ser2.close()
```

Pour recevoir des caractères sur le port `ttyS4` :

```
#!/usr/bin/python2.5

#serialPortInput.py

import serial

ser1 = serial.Serial(port='/dev/ttyS4', baudrate=9600, timeout=1, parity=serial.PARITY_NONE,
stopbits=serial.STOPBITS_ONE, bytesize=serial.EIGHTBITS)
x = "rien"
while (x != "q"):
    #print x
    x = raw_input("caractere a transmettre(q pour arreter) : ")
    ser1.write(x)
ser1.close()
```

Connectez les ports `ttyS4` et `ttyS5` entre eux et testez les programmes dans deux terminaux simultanément. Encore une fois, constatez la compacité des programmes en Python par rapport à ceux en C.

10.1 En PHP

Il peut s'avérer intéressant de pouvoir disposer d'une interface web capable d'intervenir sur un système physique (commande de la rotation ou du zoom d'une caméra IP motorisée, modifications des paramètres réseau d'un système communicant, transmission d'une chaîne de caractères à afficher sur un afficheur industriel, ...). Plusieurs solutions techniques sont alors envisageables :

- les CGI (*Common Gateway Interface*), qui sont des programmes écrits en C/C++, Python, Perl, ... et exécutés sur le serveur. Ils peuvent renvoyer du contenu HTML au client et agir directement sur le système hôte hébergeant le serveur (configuration, liaisons séries, parallèles, ...).
- Les langages web dynamiques (php, asp, aspx) qui sont des langages de script interprétés via un serveur http. Ils peuvent aussi fonctionner localement comme n'importe quel langage interprété et ainsi agir sur le système hôte.

Attention : L'utilisateur par défaut du serveur web (lighttpd) est `www-data`. Jusqu'à présent, lorsque nous exécutons un programme écrit en C ou en Python, l'utilisateur était `root`. Un coup d'œil sur le contenu du dossier `/dev` nous indique que le propriétaire des ports séries est `root` et le groupe est `dialout`.

```
debarm:~# cd /dev
debarm:/dev# ls -l ttyS*
crw-rw---- 1 root root    4, 64 Mar 16 21:15 ttyS0
crw-rw---- 1 root dialout 4, 65 Mar 16 21:14 ttyS1
crw-rw---- 1 root dialout 4, 66 Mar 16 21:14 ttyS2
crw-rw---- 1 root dialout 4, 67 Mar 16 21:14 ttyS3
crw-rw---- 1 root dialout 4, 68 Mar 16 23:53 ttyS4
crw-rw---- 1 root dialout 4, 69 Mar 16 23:25 ttyS5
crw-rw---- 1 root dialout 4, 70 Mar 16 21:14 ttyS6
debarm:/dev#
```

Port debug

C : périphérique de lecture ou écriture de caractères
r : accès en lecture
w : accès en écriture

Par conséquent, un script PHP exécuté à partir d'un navigateur web ne sera pas autorisé à accéder aux ports séries puisqu'il sera exécuté par `www-data`. Il faut donc soit modifier les droits d'accès aux ports pour permettre à tous de lire ou d'écrire, ce qui peut représenter un problème de sécurité, soit intégrer l'utilisateur `www-data` dans le groupe `dialout` afin qu'il puisse bénéficier des droits qui lui sont accordés, puis redémarrer le serveur : `/etc/init.d/lighttpd restart`

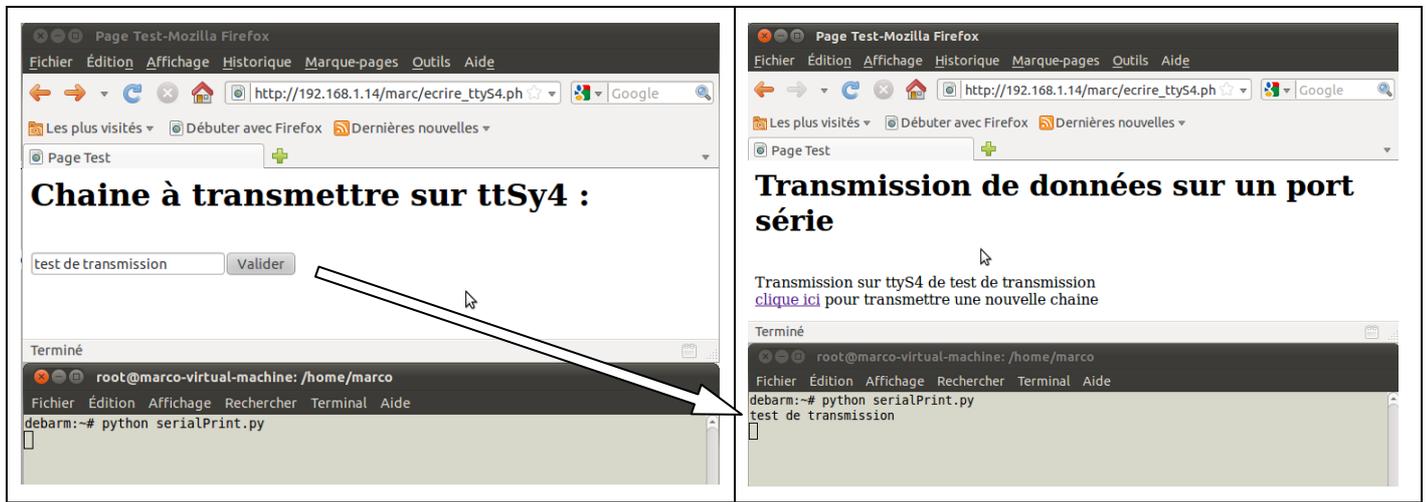
```
debarm:/dev# usermod -G dialout www-data
debarm:/dev# groups www-data
www-data dialout
debarm:/dev#
```

Modification de `www-data` pour l'ajouter au groupe `dialout`

Les groupes auxquels appartient `www-data`

Pour transmettre des caractères sur le port `ttyS4` :

```
<HTML>
<HEAD>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <TITLE>Page Test</TITLE>
</HEAD>
<?php
if(!isset($_POST["valider"]))
{
    echo<h1>Chaîne à transmettre sur ttyS4 :</h1>;
    echo<form method="post">;
    echo<br><input type="text" name="chaîne" />
    <input type="submit" name="valider" value="Valider" />;
    echo</form>;
}
else
{
    echo<h1>Transmission de données sur un port série</h1>;
    echo<br>Transmission sur ttyS4 de '$_POST["chaîne"]';
    $port = fopen("/dev/ttyS4","w");
    fwrite ($port,$_POST["chaîne"]);
    fclose($port);
    echo<br><a href="serie.php">clicque ici</a> pour transmettre une nouvelle chaîne';
}
?>
</BODY>
```



11 Le CGI

Un script CGI (*Common Gateway Interface*) est un programme exécuté sur le serveur web (« côté serveur ») et capable de générer du code HTML qui sera transmis au navigateur.

Ce programme peut être écrit en divers langages compilés ou interprétés comme par exemple le C/C++, le Perl, le Python, ...

Nous traiterons ici uniquement le C et le Python au travers de quelques exemples simples.

11.1 Activer le CGI sur le serveur web lighttpd

La configuration du serveur web lighttpd se trouve dans le dossier `/etc/lighttpd`.

On y trouve :

- `lighttpd.conf` : fichier de configuration à partir duquel les directives sont chargées.
- `conf-available` : dossier qui contient les fichiers de configuration des différents modules.
- `conf-enabled` : dossier qui contient des liens vers les modules disponibles pour les activer.

Pour activer les modules, on utilise la commande `lighty-enable-mod` :

```
debarm:~# lighty-enable-mod cgi
```

Cette commande a pour action de créer un lien nommé `10-cgi.conf` dans `/etc/lighttpd/conf-enabled` qui pointe sur le fichier du même nom dans `/etc/lighttpd/conf-available`.

Editez ce fichier et modifiez la directive `HTTP["$url"]` comme suit :

```
$HTTP["url"] =~ "^/cgi-bin/" {
cgi.assign = ( ".py" => "/usr/bin/python",
               ".php" => "/usr/bin/php-cgi",
               "" => "" )
}
```

Cette directive indique au serveur le chemin des interpréteurs des langages utilisés.

Enregistrez les modifications et redémarrez le serveur avec la commande suivante :

```
debarm:~# /etc/init.d/lighttpd restart
```

Il est à noter que comme tous les services de linux qui doivent démarrer au démarrage du système, l'exécutable `lighttpd` se trouve dans le dossier `/etc/init.d`

Les scripts CGI doivent être localisés dans un dossier bien précis sur le serveur : `cgi-bin`. Créez ce dossier à la racine du site, c'est-à-dire dans `/var/www`

```
debarm:~# mkdir /var/www/cgi-bin
```

11.2 Premier test en C

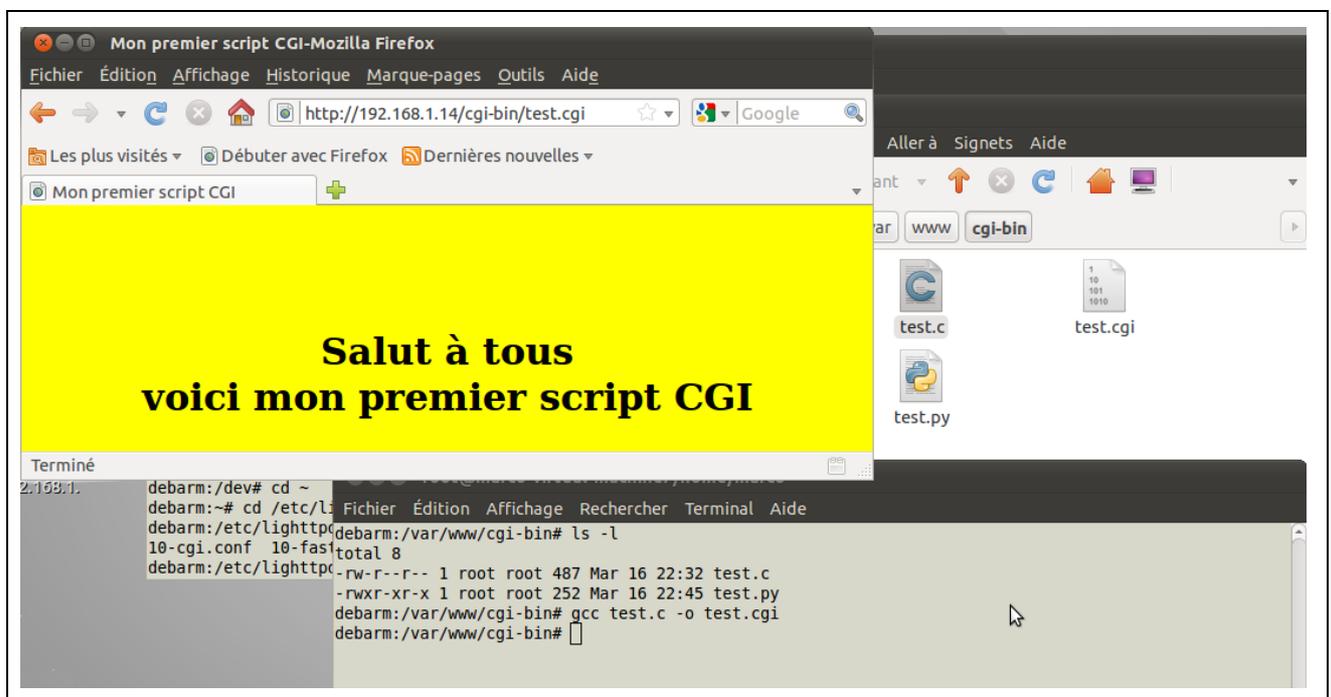
Saisissez le programme suivant et enregistrez le sous le nom *test.c* dans le dossier *cgi-bin*.

```
#include<stdio.h>
main()
{
    printf("Content-type: text/html\n\n");
    printf("<html>\n");
    printf("<head><title>Mon premier script CGI</title>\n");
    printf("<meta http-equiv='content-type' content='text/html; charset=utf-8'></head>\n");
    printf("<body bgcolor=#FFFF00>\n");
    printf("<br><br><br><br>\n");
    printf("<center>\n");
    printf("<h1>Salut à tous<br>voici mon premier script CGI</h1>\n");
    printf("</center>\n");
    printf("</body>\n");
    printf("</html>\n");
}
```

Compilez le programme et donnez comme extension au fichier de sortie *.cgi*

```
debarm:/var/www/cgi-bin# gcc test.c -o test.cgi
```

Testez le programme dans un navigateur :



11.3 Premier test en Python

Saisissez le programme suivant et enregistrez le sous le nom *test.py* dans le dossier *cgi-bin*.

```
#!/usr/bin/python2.5

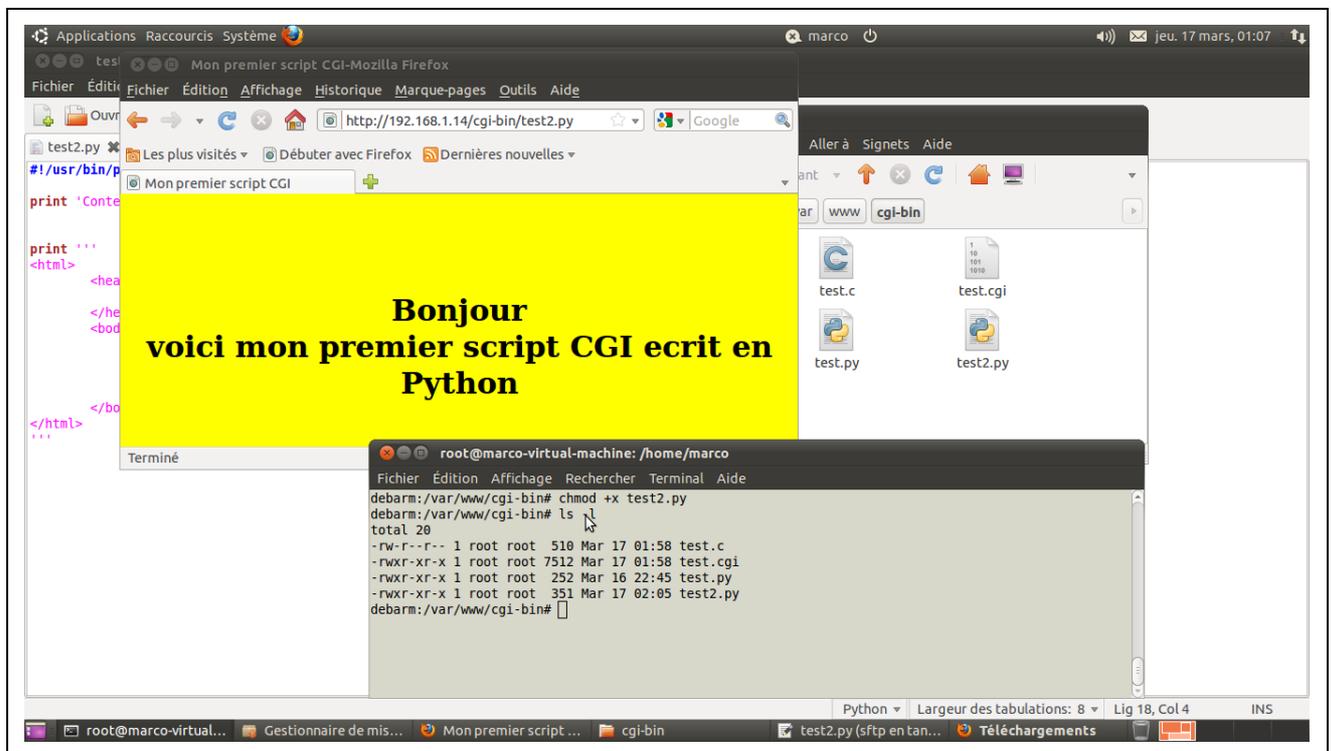
print 'Content-type: text/html'

print '''
<html>
  <head><title>Mon premier script CGI</title>
    <meta http-equiv='content-type' content='text/html; charset=utf-8'>
  </head>
  <body bgcolor="#FFFF00">
    <br><br><br><br>
    <center>
      <h1>Bonjour<br>voici mon premier script CGI ecrit en Python</h1>
    </center>
  </body>
</html>
'''
```

Rendez le exécutable :

```
debarm:/var/www/cgi-bin# chmod +x test.py
```

Testez le programme dans un navigateur :

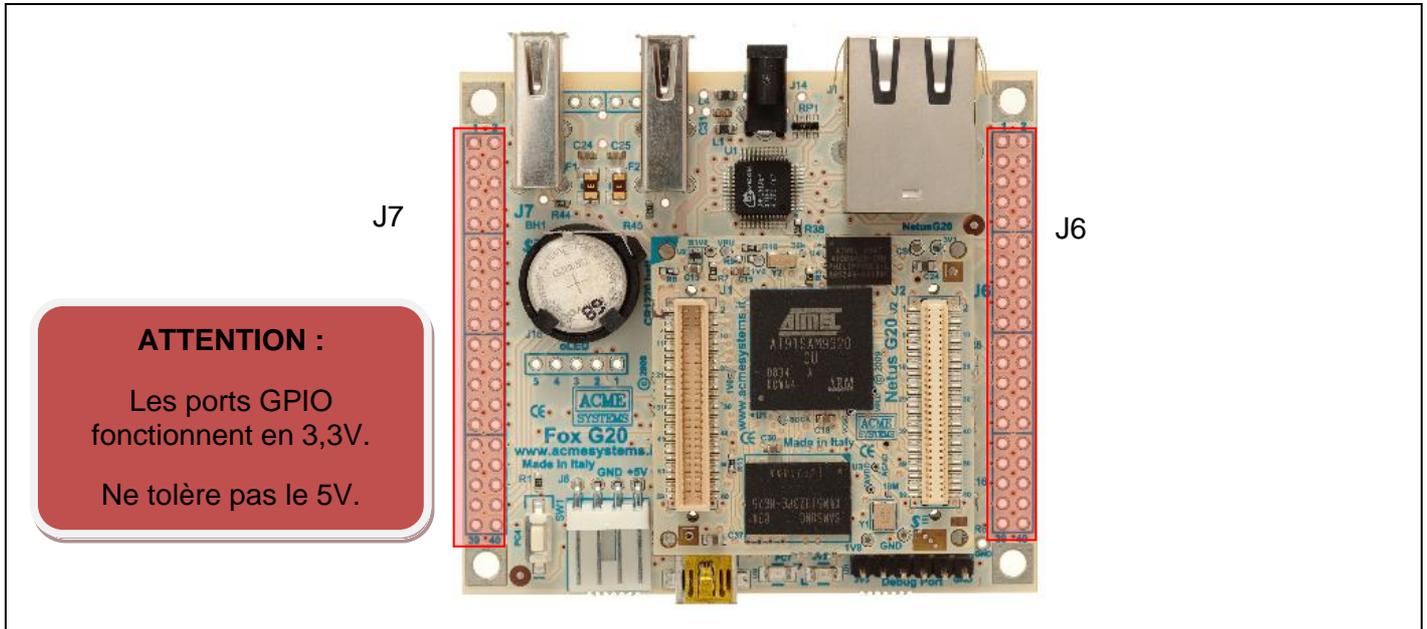


12 Utilisez les ports GPIO

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=hw:foxg20pinout>

Le CPU AT91SM9G20 utilisé sur la FOX Board G20 dispose de 3 ports appelés A, B et C avec 32 bits chacun. Tous les bits ne sont pas disponibles sur les connecteurs de la carte et certains sont multiplexés avec d'autres types de liaisons comme des ports série, I2C, SPI, convertisseur A/N, USB,

L'utilisateur dispose de 28 lignes GPIO sur les deux connecteurs J6 et J7 de la carte :



Pin #	ID	I/O line	Alt	Description	Pin #	ID	Line	Alt	Description
J7.1		GND		Signal ground	J6.1		3.3V		3.3 volt DC power line
J7.2		GND		Signal ground	J6.2		3,3V		3.3 volt DC power line
J7.3	82	PB18		General purpose I/O	J6.3	92	PB28	RTS1	Request to send ttyS2
J7.4	83	PB19		General purpose I/O	J6.4	71	PB7	RXD1	Receive data ttyS2
J7.5	80	PB16		General purpose I/O.	J6.5	70	PB6	TXD1	Transmit line ttyS2
J7.6	81	PB17		General purpose I/O	J6.6	93	PB29	CTS1	Clear to send ttyS2
J7.7	66	PB2		General purpose I/O	J6.7	90	PB26	RTS0	Request to send ttyS1
J7.8	67	PB3		General purpose I/O	J6.8	69	PB5	RXD0	Receive data ttyS1
J7.9	64	PB0		General purpose I/O	J6.9	68	PB4	TXD0	Transmit data ttyS1
J7.10	65	PB1		General purpose I/O	J6.10	91	PB27	CTS0	Clear to send ttyS1
J7.11	110	PC14		General purpose I/O 1.8V	J6.11				N.C. (See the schematic)
J7.12	111	PC15		General purpose I/O 1.8V	J6.12		5V		5 volt DC power live
J7.13	108	PC12		General purpose I/O 1.8V	J6.13	75	PB11	RXD3	Receive data ttyS4
J7.14	109	PC13		General purpose I/O 1.8V	J6.14	74	PB10	TXD3	Transmit data ttyS4
J7.15	105	PC9		General purpose I/O 1.8V	J6.15	77	PB13	RXD5	Receive data ttyS6
J7.16	106	PC10	CTS3	Clear to send ttyS4 1.8V	J6.16	76	PB12	TXD5	Transmit data ttyS6
J7.17	103	PC7		Red led line 1.8V	J6.17	85	PB21		General purpose I/O
J7.18	104	PC8	RTS3	Request to send ttyS4 1.8V	J6.18	84	PB20		General purpose I/O
J7.19	101	PC5		General purpose I/O 1.8V	J6.19	95	PB31		General purpose I/O
J7.20	102	PC6		Reserved line. Used to read if the client USB port is wired to a PC	J6.20	94	PB30		General purpose I/O
J7.21	73	PB9	RXD2	Receive data ttyS3	J6.21	63	PA31	TXD4	Transmit data ttyS5
J7.22	72	PB8	TXD2	Transmit data ttyS3	J6.22	62	PA30	RXD4	Receive data ttyS5
J7.23		BATT		RTC Battery input	J6.23				N.C. (See the schematic)
J7.24		PGD		Power good NetusPS1	J6.24	38	PA6		General purpose I/O
J7.25		POK		3.3V NetusPS1 aux output stable	J6.25	39	PA7		General purpose I/O
J7.26		SHDNPS#		PS1 shutdown. Active low	J6.26	41	PA9		General purpose I/O
J7.27		NRST		Reset output	J6.27	99	PC3	AD3	Analog input 3
J7.28		SHDN#		Turn off the CPU when low	J6.28	98	PC2	AD2	Analog input 2
J7.29		5V		5 volt power line	J6.29	97	PC1	AD1	Analog input 1
J7.30		WAKEUP		Wake up input	J6.30	96	PC0	AD0	Analog input 0
J7.31	87	PB23	DCD0	Data carrier detect ttyS1	J6.31	56	PA24	SCL	I2C Clock
J7.32	86	PB22	DSR0	Data set ready ttyS1	J6.32	55	PA23	SDA	I2C Data
J7.33	89	PB25	RIO	Ring indicator ttyS1	J6.33		AVDD		Clean 3.3V out for A/D circuitry
J7.34	88	PB24	DTR0	Data terminal ready ttyS1	J6.34		VREF		A/D voltage reference input
J7.35	60	PA28		General purpose I/O	J6.35		AGND		Analog ground
J7.36	59	PA27		General purpose I/O	J6.36	42	PA10		General purpose I/O
J7.37	58	PA26		General purpose I/O	J6.37	54	PA22		General purpose I/O
J7.38	57	PA25		General purpose I/O	J6.38	43	PA11		General purpose I/O
J7.39		3.3V		3.3 volt power line	J6.39		GND		Signal ground
J7.40		3.3V		3.3 volt power line	J6.40		GND		Signal ground

12.1 Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en ligne de commandes

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:gpio>

Sysfs est un système de fichiers virtuel introduit par le noyau Linux 2.6.

Sysfs permet d'exporter depuis le noyau vers l'utilisateur des informations sur les périphériques du système et leurs pilotes.

Ainsi, la gestion des I/O se fait par le biais de simples fichiers situés dans `/sys/class/gpio`.

Le fichier `export` permet d'exporter une ligne GPIO identifiée par son Id :

```
debarm:~# echo 84 > /sys/class/gpio/export
```

```
debarm:/sys/class/gpio# ls -l
total 0
--w----- 1 root root 4096 Mar 16 21:33 export
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip32 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip32
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip64 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip64
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip96 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip96
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 03:16 unexport
debarm:/sys/class/gpio# echo 84 > export
debarm:/sys/class/gpio# ls -l
total 0
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 03:17 export
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:17 gpio84 -> ../../devices/virtual/gpio/gpio84
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip32 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip32
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip64 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip64
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:16 gpiochip96 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip96
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 03:16 unexport
debarm:/sys/class/gpio#
```

Ecrire **84** dans `export` a créé le dossier des fichiers de gestion de la broche **J6.18** d'Id **84**.
On accède à ses fichiers par le lien `gpio84` qui pointe vers `/sys/devices/virtual/gpio/gpio84`

Le dossier `gpio84` contient, entre autre, le fichier de direction et le fichier de valeur de la broche GPIO :

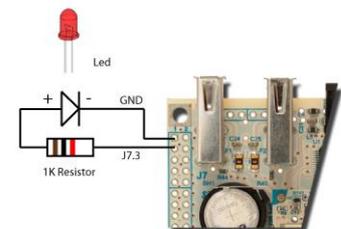
```
debarm:/sys/class/gpio# cd gpio84
debarm:/sys/class/gpio/gpio84# ls -l
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 03:31 active_low
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 03:31 direction
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 03:31 edge
drwxr-xr-x 2 root root  0 Mar 17 03:31 power
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 03:31 subsystem
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 03:31 uevent
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 03:31 value
debarm:/sys/class/gpio/gpio84# echo out > direction
debarm:/sys/class/gpio/gpio84# echo 1 > value
debarm:/sys/class/gpio/gpio84# echo 0 > value
debarm:/sys/class/gpio/gpio84#
```

Ecrire `out` dans `direction` :
Configuration de la broche en sortie.
Ecrire `1` dans `value` :
Mettre J6.18 à l'état haut.

Exemple : Commander une led sur J7.3 (82)

Disposez une LED comme indiquez sur le schéma suivant :

```
debarm:/# echo 82 > /sys/class/gpio/export
debarm:/# echo out > /sys/class/gpio/gpio82/direction
debarm:/# echo 1 > /sys/class/gpio/gpio82/value
debarm:/# echo 0 > /sys/class/gpio/gpio82/value
```



12.2 Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en C

Comme on l'a vu précédemment, l'utilisation des ports GPIO est liée à l'accès à plusieurs fichiers. Les fonctions `fopen()`, `fwrite()`, `fread()` et `fclose()` sont donc nécessaires pour mener à bien cette tâche. Yoann Sculo, ingénieur en informatique et système embarqué, a développé une petite bibliothèque de fonction permettant de simplifier la programmation des GPIO.

<http://www.yoannsculo.fr/utiliser-gpio-en-c-sur-la-foxboard-g20/>

```
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
struct S_GPIO_LINE {
    char id_number[4];
    int direction;
    int value;
};
typedef struct S_GPIO_LINE S_GPIO_LINE;
int load_gpio_line( S_GPIO_LINE *ps_line, char id_number[4], int i_direction ) {
    FILE *p_gpio_line;
    /* Exporting GPIO line */
    if ((p_gpio_line = fopen("/sys/class/gpio/export", "ab")) == NULL)
    {
        printf("Cannot open export file.\n");
        exit(1);
    }
    rewind(p_gpio_line);
    strcpy(ps_line->id_number, id_number);
    fwrite(&ps_line->id_number, sizeof(char), 2, p_gpio_line);
    fclose(p_gpio_line);
    set_gpio_direction(ps_line, i_direction);
    return 0;
}
int set_gpio_direction( S_GPIO_LINE *ps_line, int i_direction ) {
    FILE *p_gpio_direction;
    char gpio_direction[35];
    char c_direction[4];
    sprintf(gpio_direction, "/sys/class/gpio/gpio%s/direction", ps_line->id_number);
    /* Setting line direction */
    if ((p_gpio_direction = fopen(gpio_direction, "rb+")) == NULL)
    {
        printf("Cannot open direction file.\n");
        exit(1);
    }
    rewind(p_gpio_direction);
    if( i_direction ) {
        strcpy(c_direction, "in");
        ps_line->direction = 1;
    }
    else{
        strcpy(c_direction, "out");
        ps_line->direction = 0;
    }
    fwrite(&c_direction, sizeof(char), 3, p_gpio_direction);
    fclose(p_gpio_direction);
    return 0;
}
int set_gpio_line(S_GPIO_LINE *ps_line, int value ) {
    FILE *p_gpio_value;
    char gpio_value[35];
    char c_value[2];
    if( ps_line->direction == 0 ) {
        sprintf(gpio_value, "/sys/class/gpio/gpio%s/value", ps_line->id_number);
        /* Setting value */
        if ((p_gpio_value = fopen(gpio_value, "rb+")) == NULL)
        {
            printf("Cannot open value file.\n");
            exit(1);
        }
        rewind(p_gpio_value);
        sprintf(c_value, "%d", value);
        ps_line->value = value;
        fwrite(&c_value, sizeof(char), 1, p_gpio_value);
        fclose(p_gpio_value);
    }
    else{
        printf("Wrong access.\n");
        exit(1);
    }
    return 0;
}
int main() { // Ce programme fait clignoter une led sur J7.3 d'Id 82
    FILE *fp;
    S_GPIO_LINE s_led82;
    load_gpio_line(&s_led7, "82", 0);
    while(1)
    {
        set_gpio_line(&s_led82, 1);
        usleep(100000);
        set_gpio_line(&s_led82, 0);
        usleep(100000);
    }
    return 0;
}
```

12.3 Gérer les lignes GPIO à l'aide de l'interface sysfs en PHP

L'intérêt d'un serveur web embarqué est de pouvoir piloter ou interroger un système à distance. Pour cela, l'interface web est sans doute la solution la plus pratique pour l'utilisateur (pas de logiciel supplémentaire à installer).

Tout comme en C, l'accès au système de fichier virtuel va se faire grâce aux fonctions PHP de gestions des fichiers.

Cependant, nous devons nous conserver à l'esprit que l'utilisateur par défaut du serveur web est `www-data` et qu'il n'a aucun droit par défaut sur les fichiers `export`, `direction` et `value`.

Il faudra donc prendre soin de créer le système de fichiers virtuels en mode super utilisateur (`root`) et modifier leur permissions afin que `www-data` (ou n'importe qui) puisse y avoir un accès complet.

```
debarm:/sys/class/gpio# ls -l
total 0
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 17:04 export
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip32 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip32
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip64 -> ../../d
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip96 -> ../../
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 17:06 unexport
debarm:/sys/class/gpio# echo 82 > /sys/class/gpio/export
debarm:/sys/class/gpio# ls -l
total 0
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 17:06 export
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 17:06 gpio82 -> ../../devices/virtual/gpio/gpio82
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip32 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip32
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip64 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip64
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 16:02 gpiochip96 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip96
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 17:06 unexport
debarm:/sys/class/gpio# cd gpio82
debarm:/sys/class/gpio/gpio82# ls -l
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 17:07 active_low
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 17:07 direction
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 17:07 edge
drwxr-xr-x 2 root root  0 Mar 17 17:07 power
lrwxrwxrwx 1 root root  0 Mar 17 17:07 subsystem -> ../../../../../../class/gpio
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 17:07 uevent
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 17:07 value
debarm:/sys/class/gpio/gpio82# chmod 777 direction
debarm:/sys/class/gpio/gpio82# chmod 777 value
```

Création du système de fichier virtuel `gpio82`

Apparition du dossier `gpio82`

Permissions inadaptées à l'utilisation par le serveur web (`www-data`) pour les fichiers `direction` et `value`

Modification des permissions : accès complet à tout le monde

Le système de fichier virtuel ainsi créé existe tant qu'il n'a pas été détruit par `root` ou tant que la carte reste sous tension. En effet, lors du redémarrage de celle-ci, tous les gpio créés disparaissent. Une solution à ce problème consiste à créer un script shell de définition des GPIO utilisés qui sera exécuté lors du démarrage de la carte :

```
#!/bin/sh
echo "Activer les ports GPIO"
echo -n "J7.3 : "
if test -e /sys/class/gpio/gpio82
then echo "Déjà actif"
else echo 82 > /sys/class/gpio/export
chmod 777 /sys/class/gpio/gpio82/direction
chmod 777 /sys/class/gpio/gpio82/value
echo "OK"
fi
```

La première ligne indique que chemin d'accès à l'interpréteur shell (**shebang**)

Si le dossier `gpio` existe (test `-e`)
Ecrire **Déjà actif**
Sinon le créer et modifier les permissions pour donner l'accès complet à tout le monde.

Afin de pouvoir exécuter ce script au démarrage de la carte, il faut le rendre exécutable puis le déplacer dans le dossier `/etc/init.d` qui regroupe tous les programmes qui peuvent être exécutés au démarrage et créer un lien vers le dossier `/etc/rc2.d` qui indique au système de démarrage les programmes à exécuter en fonction du niveau 2 d'exécution de Linux.

Les niveaux d'exécution (*runlevel*) sont au nombre de 7. Ils définissent l'ordre dans lequel les programmes démarrent :

- 0 : sert pour l'arrêt du système (commande `init 0`)
- 1 : programmes du mode mono utilisateur
- 2 : programmes du mode multi utilisateurs et réseau sans NFS (partage de fichier)
- 3 : programmes du mode multi utilisateurs et réseau
- 4 : ne sert pas
- 5 : programmes de démarrage de l'environnement graphique (proposer un environnement)
- 6 : sert pour rebooter le système

Le niveau par défaut dans une distribution Debian est le niveau 2.

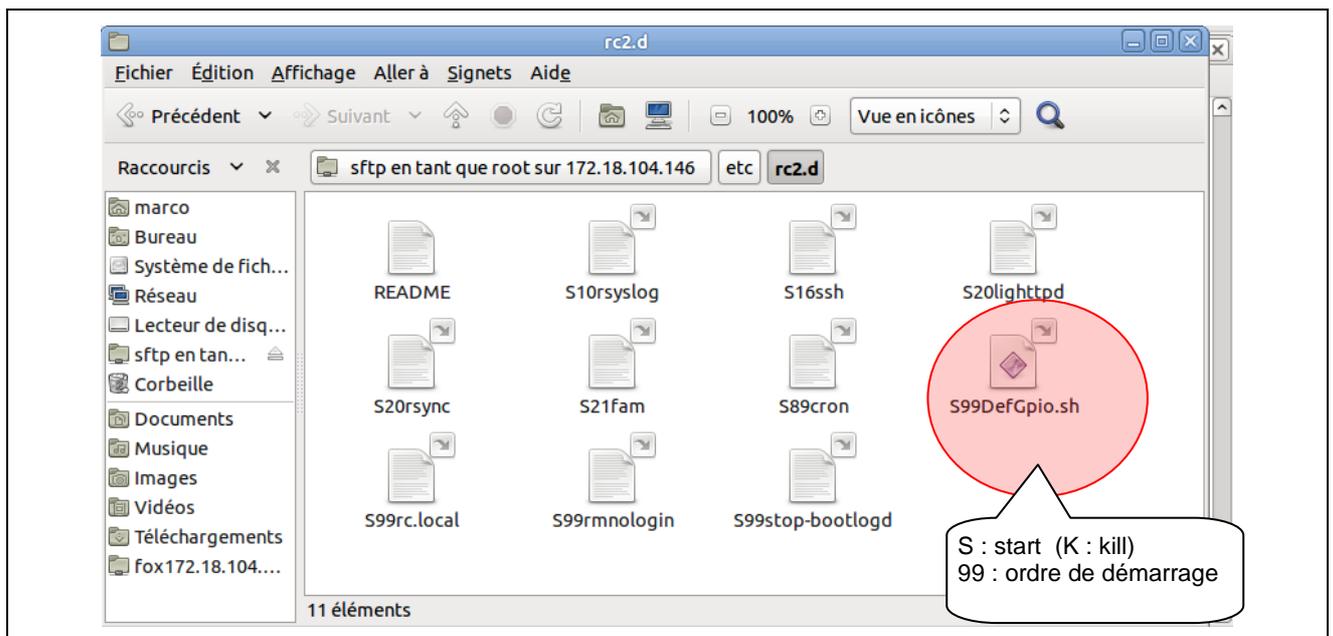
Le script précédent est nommé *DefGpio.sh* (sh pour *shell*) est est situé dans le dossier */root*.

```
debarm:~# chmod +x DefGpio.sh
debarm:~# mv DefGpio.sh /etc/init.d
debarm:~# cd /etc/rc2.d
debarm:~# ln -s /etc/init.d/DefGpio.sh S99DefGpio.sh
```

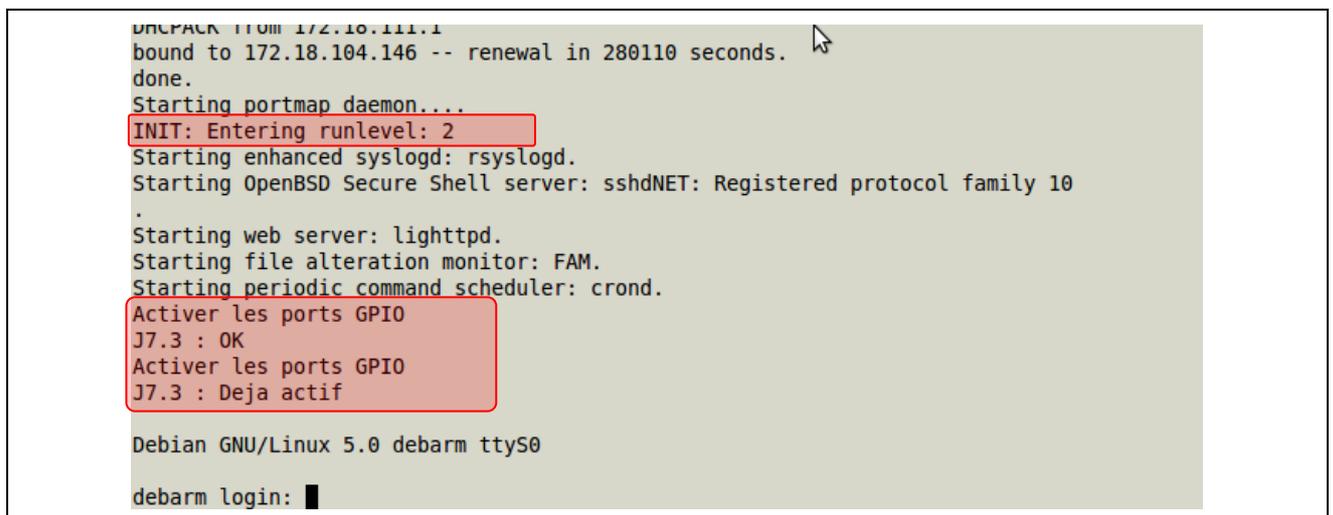
Ou (variante)

```
debarm:~# chmod +x DefGpio.sh
debarm:~# mv DefGpio.sh /etc/init.d
debarm:~# cd /etc/init.d
debarm:/etc/init.d# update-rc.d DefGpio.sh default 99
```

Cette dernière commande crée elle-même le lien symbolique dans *rc2.d* avec le préfix *S99*.



Procédons à un redémarrage de la carte : coupez son alimentation et rebranchez-la.

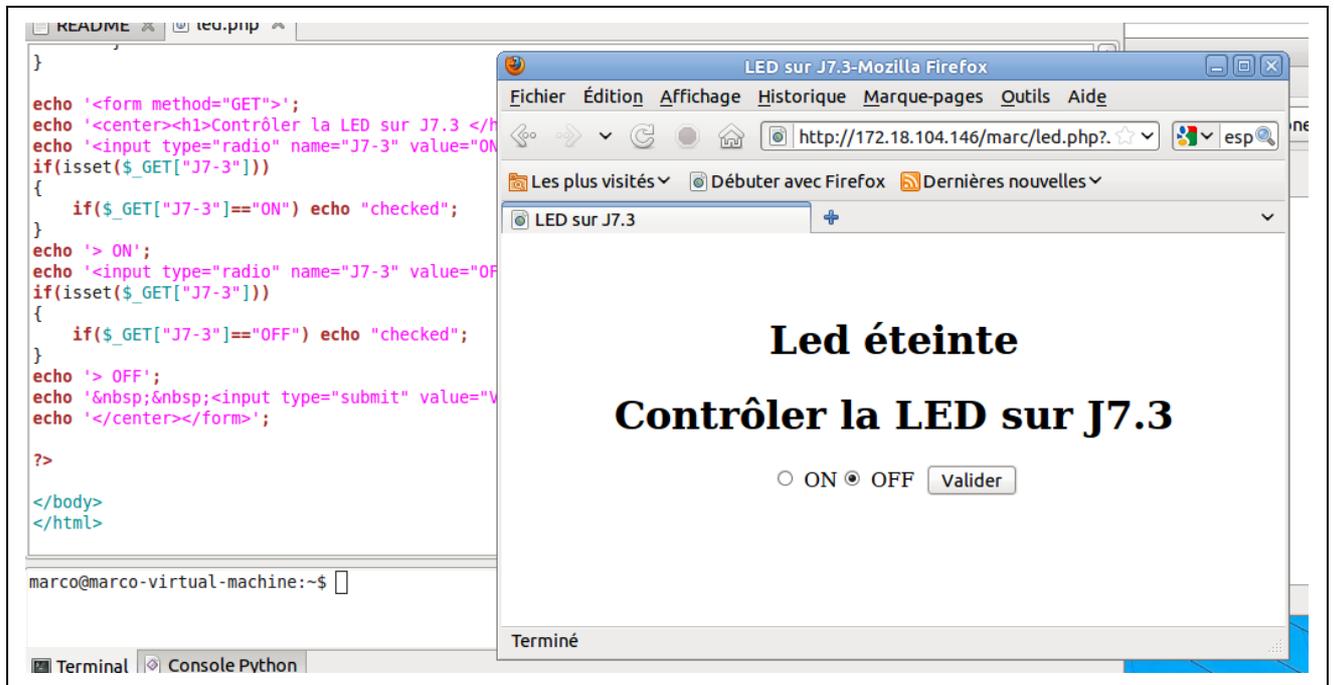


Vérifions que le dossier *gpio82* a bien été créé et que les fichiers direction et value ont bien les bonnes permissions :

```
debarm:~# cd /sys/class/gpio/
debarm:/sys/class/gpio# ls -l
total 0
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 19:06 export
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 17 19:06 gpio82 -> ../../devices/virtual/gpio/gpio82
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 17 19:05 gpiochip32 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip32
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 17 19:05 gpiochip64 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip64
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 17 19:05 gpiochip96 -> ../../devices/virtual/gpio/gpiochip96
--w----- 1 root root 4096 Mar 17 19:05 unexport
debarm:/sys/class/gpio# cd gpio82
debarm:/sys/class/gpio/gpio82# ls -l
total 0
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 19:50 active low
-rwxrwxrwx 1 root root 4096 Mar 17 19:06 direction
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 19:50 edge
drwxr-xr-x 2 root root 0 Mar 17 19:50 power
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 17 19:50 subsystem -> ../../../../class/gpio
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 17 19:50 uevent
-rwxrwxrwx 1 root root 4096 Mar 17 19:06 value
```

Il ne reste plus qu'à écrire le script PHP qui va allumer ou éteindre la LED :

```
<HTML>
<HEAD>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
  <TITLE>LED sur J7.3</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<?php
if (isset($_GET["ok"]))
{
    // Configuration de la direction
    $fp = fopen("/sys/class/gpio/gpio82/direction","r+b");
    if (!$fp) die("Erreur ouverture direction");
    else
    {
        fwrite($fp,"out"); //J7.3en sortie
        fclose($fp);
    }
    if($_GET["J7-3"]=="ON")
    {
        $fp = fopen("/sys/class/gpio/gpio82/value","ab");
        if ($fp)
        {
            fwrite($fp,"1"); //Allumer la LED
            fclose($fp);
            echo "<br><br><center><h1>Led allumée</h1></center>";
        }
    }
    else
    {
        $fp = fopen("/sys/class/gpio/gpio82/value","ab");
        if ($fp)
        {
            fwrite($fp,"0"); //Eteindre la LED
            fclose($fp);
            echo "<br><br><center><h1>Led éteinte</h1></center>";
        }
    }
}
echo '<form method="GET">';
echo '<center><h1>Contrôler la LED sur J7.3 </h1>';
echo '<input type="radio" name="J7-3" value="ON" ';
if(isset($_GET["J7-3"]))
{
    if($_GET["J7-3"]=="ON") echo "checked";
}
echo '> ON';
echo '<input type="radio" name="J7-3" value="OFF" ';
if(isset($_GET["J7-3"]))
{
    if($_GET["J7-3"]=="OFF") echo "checked";
}
echo '> OFF            <input type="submit" value="Valider" name="ok">';
echo '</center></form>';
?>
</body>
</html>
```



13 Utilisation des convertisseurs analogique/numérique

Wiki du fabricant : http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=contributes:antoniogalea:at91_adc

La FOX Board G20 dispose de 4 lignes de conversion analogique/numérique d'une résolution de 10 bits directement issues de l'architecture du processeur AT91-SAM9G20 qui équipe la carte.

Malheureusement, le noyau linux adapté par le fabricant et installé sur la microSD d'origine n'intègre pas le pilote des convertisseurs A/N. Il va donc falloir les installer préalablement à leur utilisation.

Ceci fait, les lignes A/N, apparaîtront comme un simple ensemble de fichiers dans Sysfs. Comme pour les lignes GPIO, il suffira de venir lire le fichier correspondant à une ligne A/N qui contiendra une valeur numérique comprise entre 0 et 1023 pour une tension comprise entre 0 V et 3,3 V.

13.1 Téléchargement, compilation et installation du driver

Cette opération doit être effectuée sous linux obligatoirement. En effet, le driver adapté pour le processeur AT91-SAM9G20 par Antonio Galea (contributeur au projet FoxG20) doit être compilé pour ce processeur.

Vous pouvez télécharger le résultat ici : http://silanus.fr/sin/linux/at91_adc.ko

Sinon téléchargez l'archive du driver :

http://foxg20old.acmesystems.it/lib/exe/fetch.php?media=contributes:antoniogalea:at91_adc_driver-20100518_0821.tgz

Copiez-la et décompressez-la dans votre dossier personnel :

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# tar zxvf ../Téléchargements/at91_adc_driver-20100518_0821.tgz -C .
at91_adc_driver/
at91_adc_driver/Makefile
at91_adc_driver/at91_adc.h
at91_adc_driver/at91_adc_test.c
at91_adc_driver/at91_adc.c
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# ls
at91_adc_driver
```

Pour le compiler, il nous faut les sources de la dernière version stable du noyau linux :

<http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.6/linux-2.6.35.4.tar.bz2>

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# wget http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.6/linux-2.6.35.4.tar.bz2
--2011-03-23 21:11:11-- http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.6/linux-2.6.35.4.tar.bz2
Résolution de www.kernel.org... 130.239.17.4, 199.6.1.164
Connexion vers www.kernel.org[130.239.17.4]:80... connecté
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
Longueur: 69259115 (66M) [application/x-bzip2]
Sauvegarde en : «linux-2.6.35.4.tar.bz2»

100%[=====] 69 259 115 1,09M/s ds 73s

2011-03-23 21:12:35 (933 KB/s) - «linux-2.6.35.4.tar.bz2» sauvegardé [69259115/69259115]
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# tar xjf linux-2.6.35.4.tar.bz2
```

Téléchargement.
Si vous utilisez un proxy, indiquez son adresse :
export http_proxy="http://login:motdepasse@ip_proxy:port_proxy"

Décompression

Ce noyau linux est écrit pour une architecture PC. Il faut donc l'adapter à une architecture ARM en utilisant le patch du fabricant.

Pour cela, il nous faut installer le programme patch, télécharger le patch du fabricant :

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# apt-get install patch
Lecture des listes de paquets... Fait
Construction de l'arbre des dépendances
Lecture des informations d'état... Fait
patch est déjà la plus récente version disponible.
0 mis à jour, 0 nouvellement installés, 0 à enlever et 0 non mis à jour.
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# wget http://www.acmesystems.it/foxg20/download/kernel/0003-Acme-Systems-board-files.patch
--2011-03-23 21:18:21-- http://www.acmesystems.it/foxg20/download/kernel/0003-Acme-Systems-board-files.patch
Résolution de www.acmesystems.it... 81.29.148.58
Connexion vers www.acmesystems.it[81.29.148.58]:80... connecté.
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
Longueur: 8735 (8,5K) [text/x-diff]
Sauvegarde en : «0003-Acme-Systems-board-files.patch»

100%[=====] 8 735 --.-K/s ds 0,1s

2011-03-23 21:18:31 (59,2 KB/s) - «0003-Acme-Systems-board-files.patch» sauvegardé [8735/8735]
```

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# mv 0003-Acme-Systems-board-files.patch linux-2.6.35.4
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents# cd linux-2.6.35.4
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# patch -p1 < 0003-Acme-Systems-board-files.patch
patching file arch/arm/mach-at91/Kconfig
Hunk #1 succeeded at 364 with fuzz 1.
patching file arch/arm/mach-at91/Makefile
Hunk #1 succeeded at 65 with fuzz 2.
patching file arch/arm/mach-at91/board-foxc20.c
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# █

```

Téléchargez les fichiers nécessaires à la compilation :

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# wget http://www.acmesystems.it/foxc20/download/kernel/acme_config
--2011-03-23 21:51:14-- http://www.acmesystems.it/foxc20/download/kernel/acme_config
Résolution de www.acmesystems.it... 81.29.148.58
Connexion vers www.acmesystems.it[81.29.148.58]:80... connecté.
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
Longueur: 72481 (71K) [text/plain]
Sauvegarde en : «acme_config»

100%[=====] 72 481 112K/s ds 0,6s

2011-03-23 21:51:25 (112 KB/s) - «acme_config» sauvegardé [72481/72481]

root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# cp acme_config .config
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# wget http://www.acmesystems.it/foxc20/download/kernel/makefile
--2011-03-23 21:52:22-- http://www.acmesystems.it/foxc20/download/kernel/makefile
Résolution de www.acmesystems.it... 81.29.148.58
Connexion vers www.acmesystems.it[81.29.148.58]:80... connecté.
requête HTTP transmise, en attente de la réponse... 200 OK
Longueur: 1423 (1,4K) [text/plain]
Sauvegarde en : «makefile»

100%[=====] 1 423 --.-K/s ds 0,002s

2011-03-23 21:52:32 (595 KB/s) - «makefile» sauvegardé [1423/1423]

```

Compilez le noyau de linux :

```

root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# make menuconfig
make \
    -fMakefile \
    ARCH=arm \
    CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabi- \
    INSTALL_MOD_PATH=./foxc20-modules \
    menuconfig
make[1]: entrant dans le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
scripts/kconfig/mconf arch/arm/Kconfig

*** End of Linux kernel configuration.
*** Execute 'make' to build the kernel or try 'make help'.

make[1]: quittant le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# make
Generating a NON compressed uimage
make -fmakefile Image
make[1]: entrant dans le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
make -w \
    -fMakefile \
    ARCH=arm \
    CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabi- \
    INSTALL_MOD_PATH=./foxc20-modules \
    Image
make[2]: entrant dans le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
CHK include/linux/version.h
CHK include/generated/utsrelease.h
make[3]: « include/generated/mach-types.h » est à jour.
CALL scripts/checksyscalls.sh
CHK include/generated/compile.h

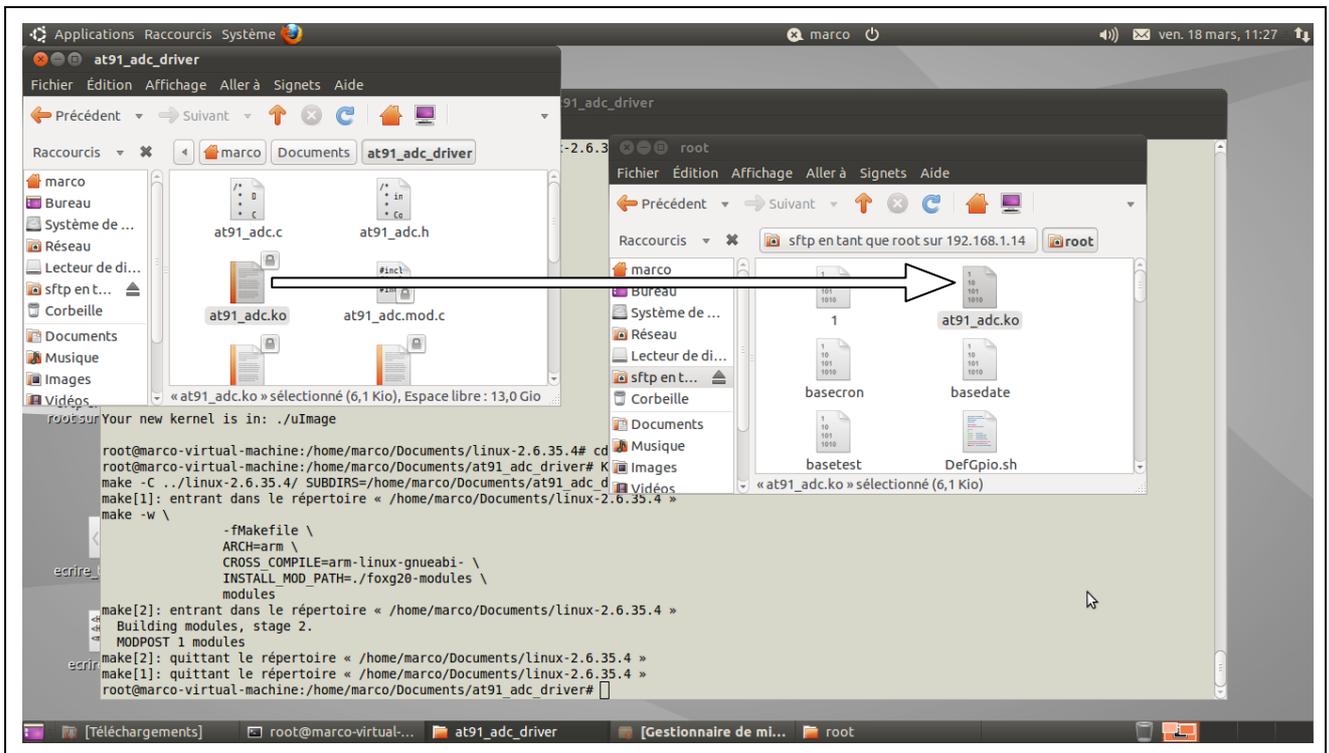
```

Compiliez le driver des convertisseurs A/N :

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/linux-2.6.35.4# cd ../at91_adc_driver/
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/at91_adc_driver# KDIR=../linux-2.6.35.4/ make
make -C ../linux-2.6.35.4/ SUBDIRS=/home/marco/Documents/at91_adc_driver modules
make[1]: entrant dans le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
make -w \
    -fMakefile \
    ARCH=arm \
    CROSS_COMPILE=arm-linux-gnueabi- \
    INSTALL_MOD_PATH=./foxg20-modules \
    modules
make[2]: entrant dans le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
Building modules, stage 2.
MODPOST 1 modules
make[2]: quittant le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
make[1]: quittant le répertoire « /home/marco/Documents/linux-2.6.35.4 »
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/at91_adc_driver#
```

Chemin d'accès au noyau (kernel)

Le dossier at91_adc_driver contient maintenant le fichier at91_adc.ko qu'il faut transférer dans la FOX Board G20, dans le dossier root par exemple :



Vous pouvez aussi effectuer ce transfert en utilisant la commande scp :

```
scp at91_adc.ko root@192.168.1.14
```

Remplacez l'adresse ip ci-dessus par celle de votre carte FOX Board G20.

Procédez à l'installation du driver dans le noyau du linux embarqué de la FOX Board G20 :

```
root@marco-virtual-machine:/home/marco/Documents/at91_adc_driver# ssh 192.168.1.14
root@192.168.1.14's password:
Linux debarm 2.6.35.4 #3 Wed Sep 22 09:51:03 CEST 2010 armv5tejl

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Wed Mar 23 21:55:52 2011 from marco-virtual-machine.home
debarm:~# insmod at91_adc.ko
debarm:~# cd /sys/bus/platform/devices/at91_adc/
```

Un nouvel ensemble de fichier apparait alors dans `/sys/bus/platform/devices`. Il correspond au driver que l'on vient d'installer et on trouve à l'intérieur les quatre lignes du convertisseur sous forme de quatre fichiers `chan0` à `chan3`, accessibles à tous en lecture seule.

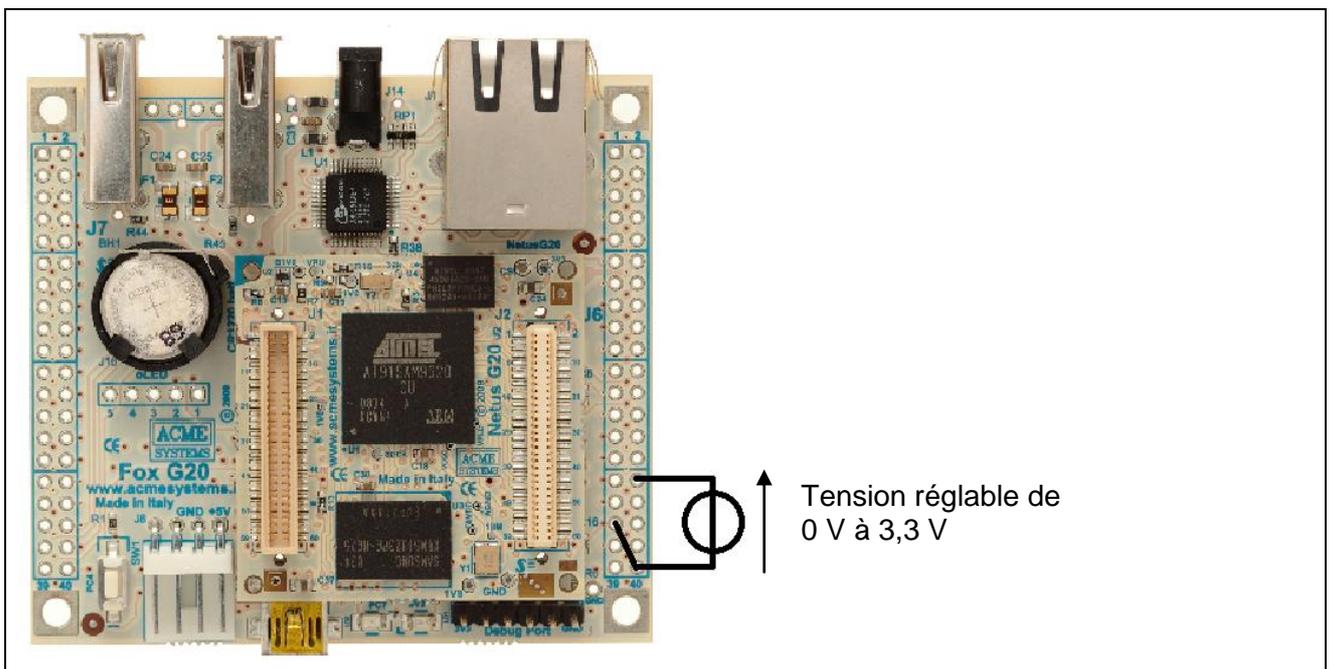
```
debarm:~# cd /sys/bus/platform/devices/at91_adc/
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc# ls -l
total 0
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 chan0
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 chan1
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 chan2
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 chan3
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 modalias
drwxr-xr-x 2 root root 0 Mar 23 23:34 power
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 23 23:34 subsystem -> ../../../../bus/platform
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 23 23:34 uevent
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc#
```

Physiquement, les lignes A/N sont situées sur le connecteur J6 :

Connecteur	Adresse kernel	Port	Nom	Fonction
J6.27	99	PC3	chan3	Analog input 3
J6.28	98	PC2	chan2	Analog input 2
J6.29	97	PC1	chan1	Analog input 1
J6.30	96	PC0	chan0	Analog input 0

Connectez un générateur de tension entre J6.30 (chan0) et J6.35 (AGND). Connectez les masses analogique et numérique entre elles : J6.35 (AGND) et J6.40 (GND), ainsi que J6.33 (VREF) et J6.34 (AVDD= 3.3V).

ATTENTION : Ne pas dépasser les 3,3 V en entrée du CAN.



Pour lire la valeur présente sur la ligne chan0, il suffit de lire le fichier :

```
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc# cat chan0
2
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc# cat chan0
25
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc# cat chan0
506
debarm:/sys/bus/platform/devices/at91_adc# cat chan0
1021
```

13.2 Lecture d'une ligne analogique en PHP

Le script *an0.php* ci-dessous permet d'afficher la valeur lue sur la ligne chan0 et la valeur de la tension correspondante ($V_{an0} = N \times 3,3 / 1024$).

```
<HTML>
<HEAD>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <TITLE>Page Test</TITLE>
</HEAD>
<BODY><center>
<?php
$erreur=0;
$filename="/sys/bus/platform/devices/at91_adc/chan0";
$fp = fopen($filename,"r");
if (!$fp)
{
    echo "Erreur ouverture chan0";
    $erreur=1;
}
else
{
    echo "<br><h1>Tension sur J6.30 : </h1>";
    $an0=fread($fp,filesize($filename));
    fclose($fp);
    $tension=$an0*3.3/1024;
    printf("<br><h2>% .4f V</h2>", $tension);
    echo "<br>N = $an0</center> ";
}
?>
</BODY>
```

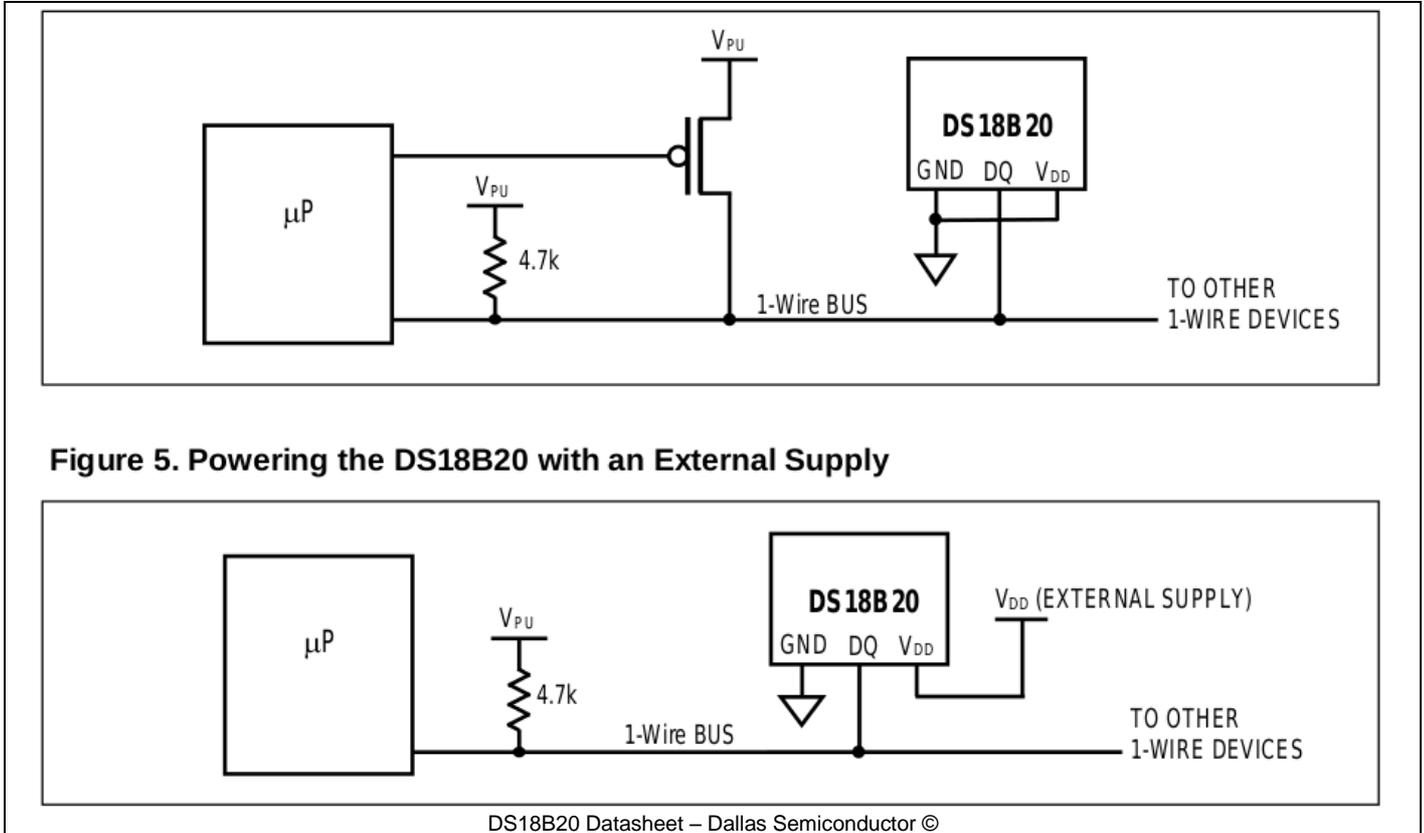


14 Utilisation du bus 1 fil

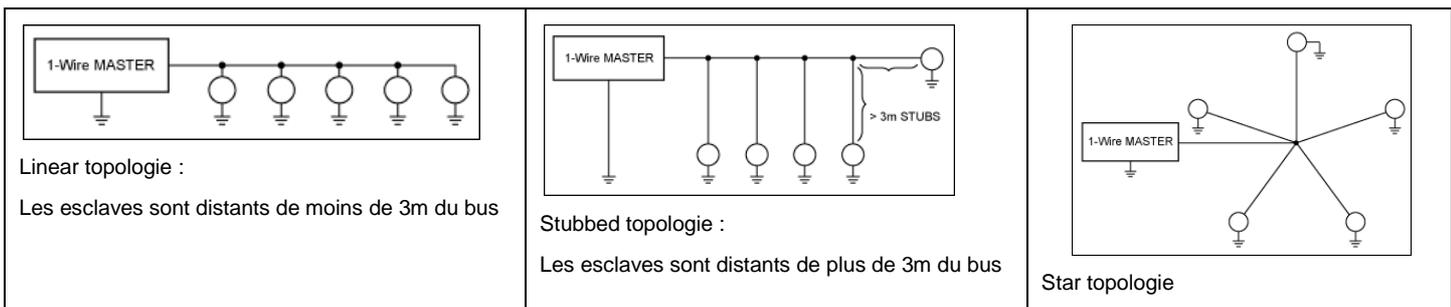
14.1 Le 1-Wire bus (bus 1 fil)

Le bus 1-Wire, conçu par DALLAS Semiconductor, permet de faire dialoguer entre eux des circuits sur un seul fil de données.

Les circuits sont alimentés entre 3V et 5V et l'alimentation peut être véhiculée sur le fil de données (mode « parasite »). Malgré son nom (1-Wire), il faut deux fils pour connecter les circuits : le fil de données et la masse.



Ce bus supporte les topologies série, parallèle ou étoile. Il fonctionne selon le principe maître / esclave.



Maxim © Note d'application 148 : <http://www.maxim-ic.com/app-notes/index.mvp/id/148>

Le nombre maximum d'esclaves à connecter sur le bus est quasiment illimité et la longueur totale du bus peut atteindre plusieurs dizaines de mètres (maximum définit à 750 m).

Chaque circuit possède une adresse physique unique de 64 bits, gravée dans la puce à la fabrication. Le premier octet de cette adresse détermine le type de famille auquel appartient le circuit. Les 6 octets suivants, constituent le code propre du circuit. Le dernier octet est le CRC. C'est un octet de contrôle calculé à partir des 56 bits précédents.

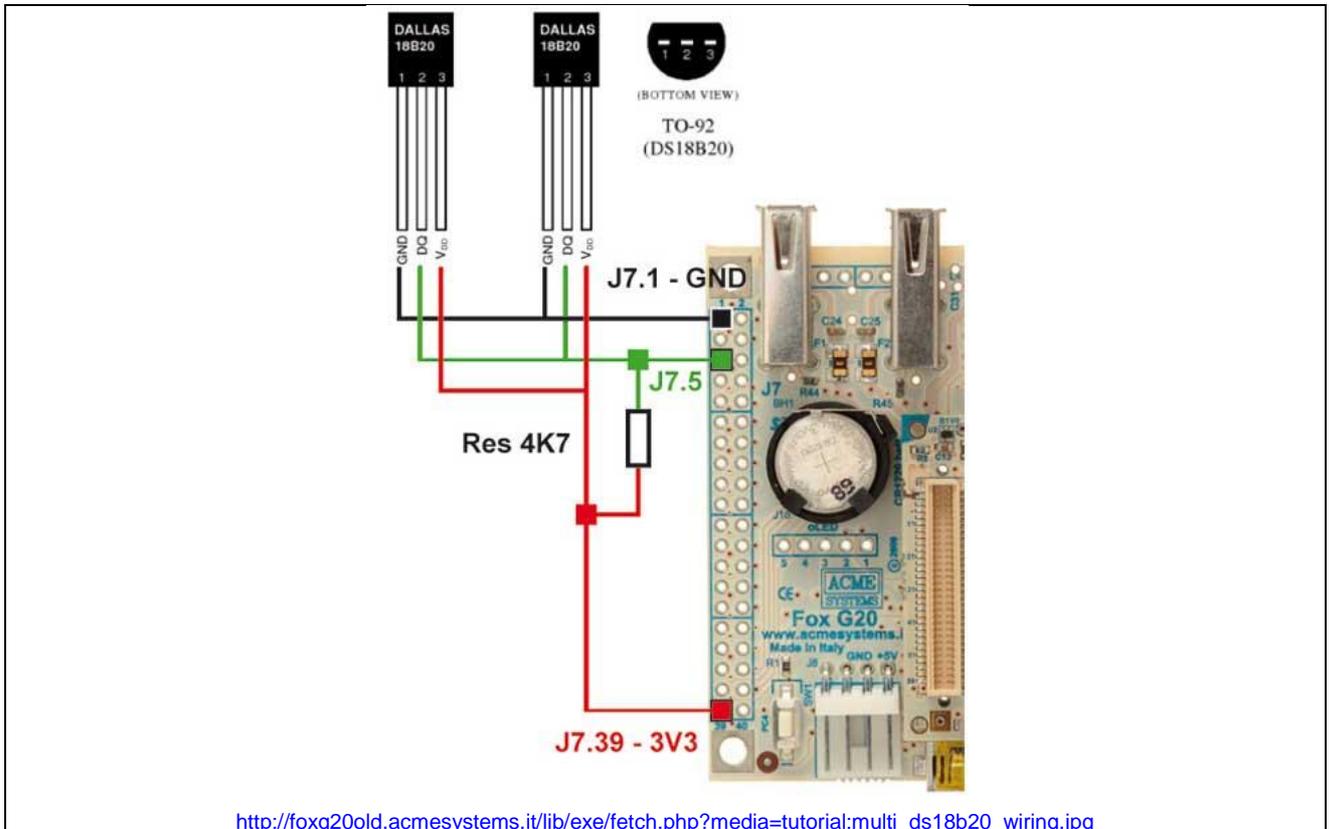
Ce type de bus est généralement utilisé en domotique (capteurs et interrupteurs commandés) et dans les circuits de gestion des batteries intelligentes.

14.2 Mesure de température

Wiki du fabricant : <http://foxg20old.acmesystems.it/doku.php?id=tutorial:1wire>

Pour illustrer l'utilisation du bus 1 fil, le fabricant propose une mesure de température à l'aide d'un capteur DS18B20 de chez Dallas Semiconductor.

Le schéma de câblage est le suivant :



La FOX Board G20 intègre par défaut un driver de gestion de son bus 1 fil. Ce driver scan toute les 10 secondes si un nouveau périphérique a été connecté au bus. Pour chaque nouveau périphérique détecté, un nouveau dossier est créé dans `/sys/bus/w1/devices/`

```
debarm:/sys/bus/w1/devices# ls -l
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 28-000002afc6af -> ../../../../devices/w1 bus master/28-000002afc6af
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 28-000002afdad9 -> ../../../../devices/w1 bus master/28-000002afdad9
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 w1 bus master -> ../../../../devices/w1 bus master
debarm:/sys/bus/w1/devices# █
```

La présence de deux liens symboliques dont le nom commence par 28 indique la présence de deux capteurs de températures DS18B20 connecté sur le bus.

Pour interroger un capteur, il faut lire son fichier `w1_slave` :

```
debarm:/sys/bus/w1/devices# ls -l
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 28-000002afc6af -> ../../../../devices/w1 bus master/28-000002afc6af
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 28-000002afdad9 -> ../../../../devices/w1 bus master/28-000002afdad9
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 21:50 w1 bus master -> ../../../../devices/w1 bus master
debarm:/sys/bus/w1/devices# cd 28-000002afc6af
debarm:/sys/bus/w1/devices/28-000002afc6af# ls -l
total 0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 23:43 driver -> ../../../../bus/w1/drivers/w1_slave_driver
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 19 23:43 id
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 19 23:43 name
drwxr-xr-x 2 root root 0 Mar 19 23:43 power
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Mar 19 23:43 subsystem -> ../../../../bus/w1
-rw-r--r-- 1 root root 4096 Mar 19 21:50 uevent
-r--r--r-- 1 root root 4096 Mar 19 23:43 w1_slave
debarm:/sys/bus/w1/devices/28-000002afc6af# cat w1_slave
32 01 4b 46 7f ff 0e 10 1e : crc=1e YES
32 01 4b 46 7f ff 0e 10 1e t=19125
debarm:/sys/bus/w1/devices/28-000002afc6af# █
```

La température mesurée est de 19,125°C

La température mesurée est transmise dans les deux premiers octets selon le format suivant :

LS BYTE	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
MS BYTE	BIT 15	BIT 14	BIT 13	BIT 12	BIT 11	BIT 10	BIT 9	BIT 8
	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

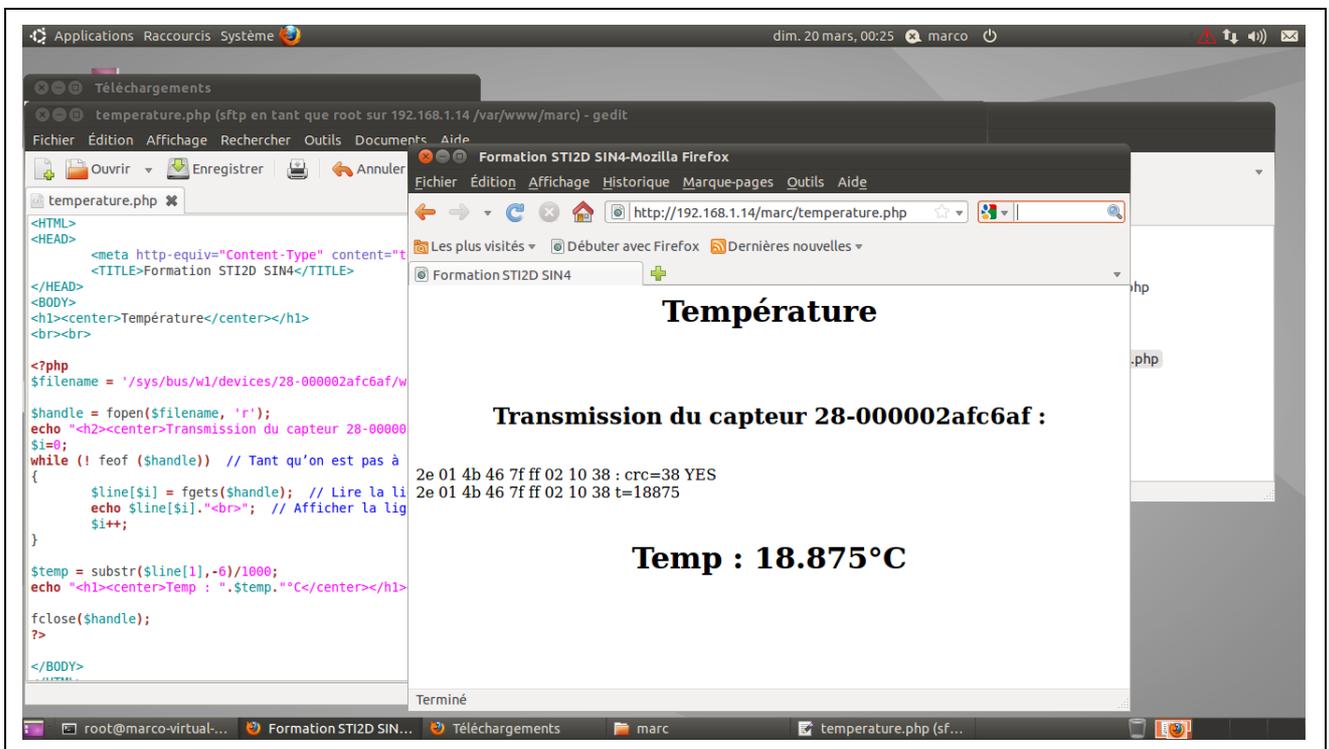
S = SIGN

Ici, nous avons MBS = 0x01 et LSB = 0x32 ce qui donne en effet une température de 19.125°C

Le script *temperature.php* ci-dessous permet de lire la température fournie par un capteur :

```
<HTML>
<HEAD>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset="utf-8"/>
    <TITLE>Formation STI2D SIN4</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<h1><center>Température</center></h1>
<br><br>
<?php
$filename = '/sys/bus/w1/devices/28-000002afc6af/w1_slave';
$handle = fopen($filename, 'r');

echo "<h2><center>Transmission du capteur 28-000002afc6af : </center></h2><br>";
$i=0;
while (! feof ($handle)) // Tant qu'on n'est pas à la fin du fichier
{
    $line[$i] = fgets($handle); // Lire la ligne courante
    echo $line[$i]."<br>"; // Afficher la ligne puis retour à la ligne
    $i++;
}
$temp = substr($line[1],-6)/1000;
echo "<h1><center>Temp : ".$temp."°C</center></h1><br>";
fclose($handle);
?>
</BODY>
</HTML>
```



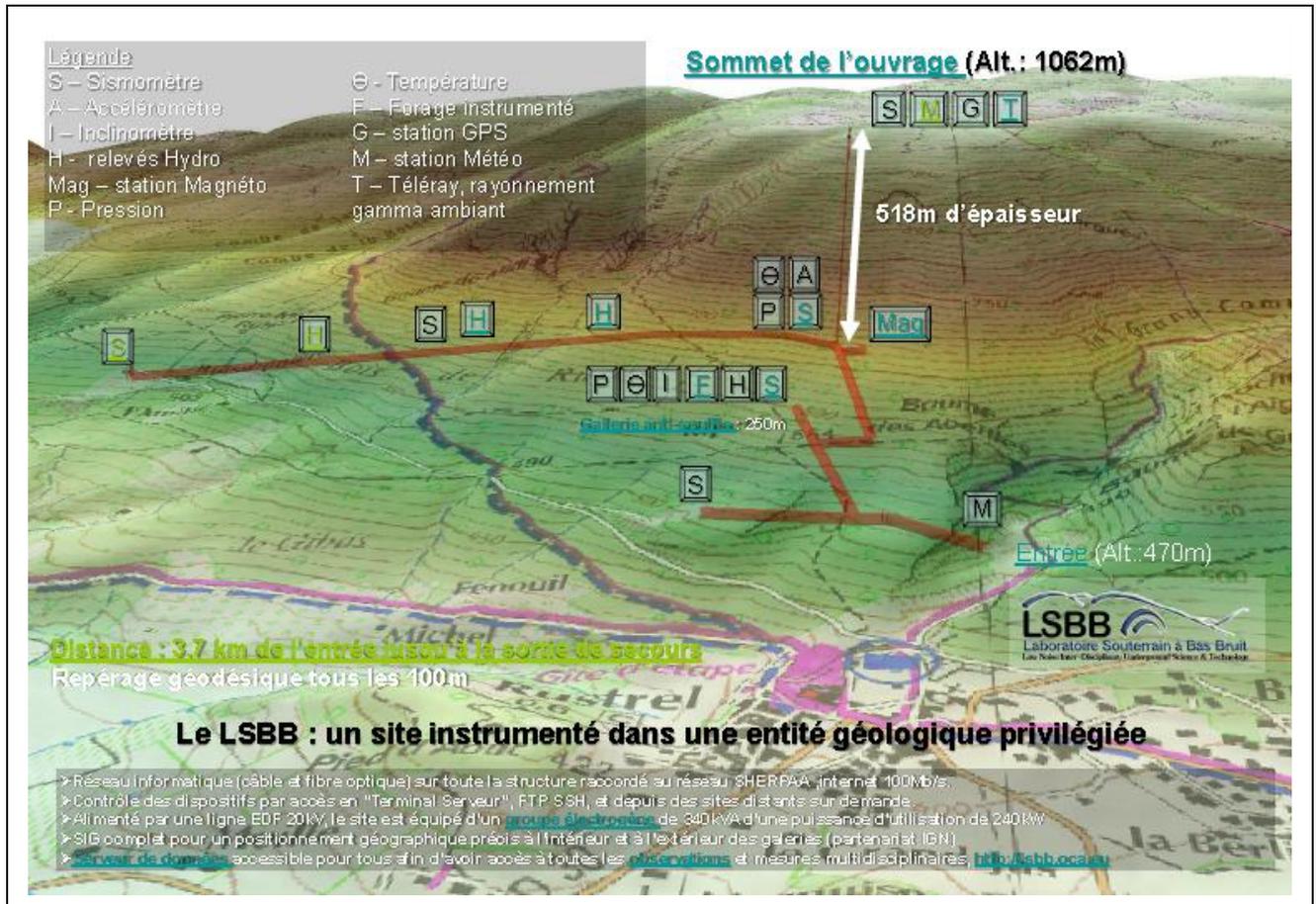
Identifiez vos capteurs et modifiez le script précédant pour qu'il affiche leurs températures ainsi que la date et l'heure.

14.3 Projet

Le laboratoire bas bruit de Rustrel (84) est situé dans d'anciennes installations souterraines militaires. La zone la plus profonde ayant été initialement conçue pour être entièrement durcie et sécurisée dans le cadre de la dissuasion nucléaire, bénéficie d'un environnement très bas bruit (sismique, anthropique, électromagnétique). Elle est parfaitement adaptée à la qualification de systèmes et composants nanoélectroniques et l'étalonnage de dispositifs métrologiques avancés.

L'ancien poste de commande de tir nucléaire du plateau d'Albion sous 500m de roche est une chambre blindée unique au monde par son volume (1250m³).

La température et l'humidité dans les galeries sont des paramètres très importants et nécessitent une surveillance permanente.



Pour surveiller ces paramètres dans les galeries non-utilisées à ce jour, le LSBB a choisi de s'adresser au lycée Alphonse Benoit de l'Isle sur la Sorgue et a confié ce projet à un groupe d'élèves de terminale S SI dans le cadre du Projet Personnel Encadré (PPE).

Le projet consiste donc à fournir une solution technique viable pour la surveillance d'une seule galerie d'une longueur 150 m avec une forte inclinaison. Les capteurs de température seront espacés de 10m chacun afin d'en établir le gradient dans la galerie.

Les mesures doivent pouvoir être accessibles sur le réseau informatique du LSBB et via internet. Leurs enregistrements horodatés (toutes les 10 mn) dans une base de données permettront d'effectuer des statistiques et d'en conserver un historique.

La FOX Board G20 dispose d'un bus 1 fil permettant un raccordement aisé des capteurs de température et de ports analogiques pour les capteurs d'humidité.

Elle dispose en outre d'un serveur web et d'un serveur de base de données.

Le projet des élèves a consisté à mettre en œuvre un prototype composé de la FOX Board G20 et de deux capteurs de températures DS18S20, à stocker à intervalles réguliers (toutes les minutes) les mesures et à produire une interface web de consultation.

14.3.1 Mise en œuvre des capteurs de température

Les capteurs de températures sont connectés sur le bus 1 fil conformément à la description de la page 37.

Un programme en écrit en C permet de relever les températures de chaque capteur et de les enregistrer dans une base de données dont la structure est la suivante :

- Base de données : *LSBB*
- Table : *temperature*
 - id : Entier, auto incrémenté, clé primaire
 - date : date
 - cap1 : réel
 - cap2 : réel

```
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sqlite3.h> // apt-get install libsqlite3-dev
#include <time.h>

char *str_sub (const char *s, unsigned int start, unsigned int end);

FILE *fp;
char ligne[35];
char *capt1;
char *capt2;
int main()
{
    printf("Transmission du capteur 28-000002afc6af :\n");

    fp = fopen("/sys/bus/w1/devices/28-000002afc6af/w1_slave", "r");
    if (fp==NULL)
    {
        printf("Erreur ouverture direction");
        exit(0);
    }
    else
    {
        while (fgets(ligne, sizeof(ligne), fp) != NULL)
        {
            printf(ligne);

            capt1=str_sub(ligne, sizeof(ligne)-6, sizeof(ligne));
            printf("Temp=%.3f°C", atof(capt1)/1000);
            printf("\n");
        }

        printf("Transmission du capteur 28-000002afd9ad9 :\n");

        fp = fopen("/sys/bus/w1/devices/28-000002afd9ad9/w1_slave", "r");
        if (fp==NULL)
        {
            printf("Erreur ouverture direction");
            exit(0);
        }
        else
        {
            while (fgets(ligne, sizeof(ligne), fp) != NULL)
            {
                printf(ligne);

                capt2=str_sub(ligne, sizeof(ligne)-6, sizeof(ligne));
                printf("Temp=%.3f°C", atof(capt2)/1000);
                printf("\n");
            }
        }
    }

    int retval;
    char query[1000];
    sqlite3_stmt *stmt;
    sqlite3 *handle;
    retval = sqlite3_open("/var/www/cgi-bin/LSBB", &handle);
    if(retval)
    {
        printf("Impossible de se connecter à la base de données\n");
        return -1;
    }
    printf("Connexion réussie\n");
}
```

Lecture du capteur

Affichage de la température du capt1

Ouverture de la base située dans cgi-bin

```

//Construction de la requete d'insertion
strcpy(query,"INSERT INTO temperature (date, capt1, capt2)");
strcat(query," VALUES(datetime(\"now\",\"localtime\"),");
strcat(query,capt1);
strcat(query,"/1000.0,");
strcat(query,capt2);
strcat(query,"/1000.0);\n");
printf(query);
retval = sqlite3_exec(handle,query,0,0,0);
sqlite3_close(handle);
}

// Fonction str_sub pour récupérer une sous-chaine entre les caractères
// start et end
// ex : s = "tartempion" start = 6 et end = sizeof(s)
// retourne "pion"
char *str_sub (const char *s, unsigned int start, unsigned int end)
{
    char *new_s = NULL;

    if (s != NULL && start < end)
    {
        new_s = malloc (sizeof (*new_s) * (end - start + 2));
        if (new_s != NULL)
        {
            int i;
            for (i = start; i <= end; i++)
            {
                new_s[i-start] = s[i];
            }
            new_s[i-start] = '\0';
        }
        else
        {
            fprintf (stderr, "Memoire insuffisante\n");
            exit (EXIT_FAILURE);
        }
    }
    return new_s;
}

```

Construction de la requête d'insertion

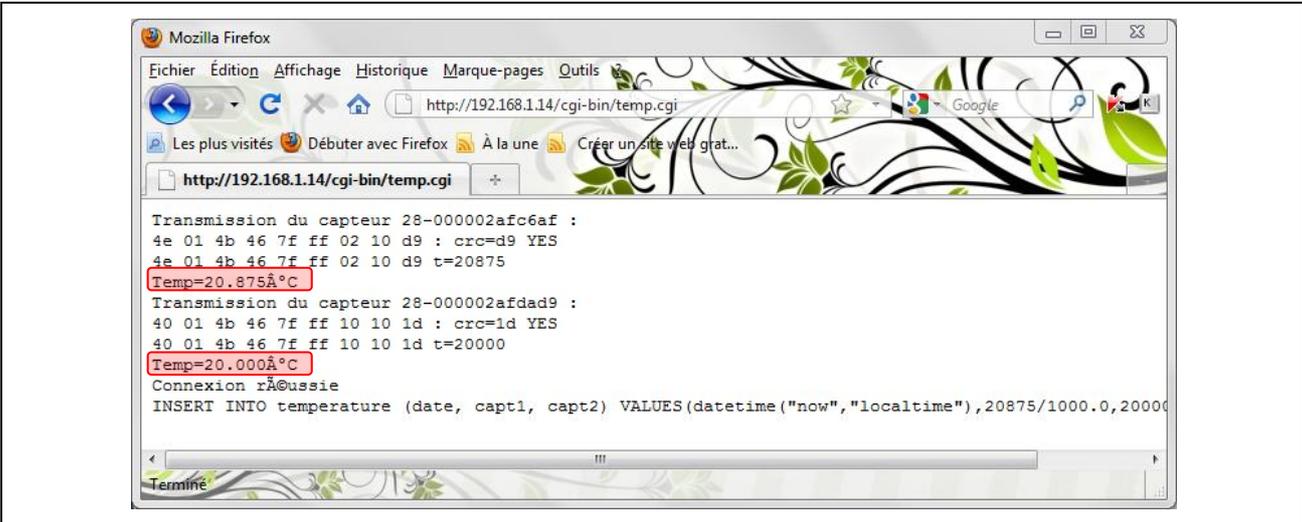
Ce programme est enregistré et compilé dans le dossier *cgi-bin* du serveur web afin de pouvoir l'exécuter depuis un navigateur web.

Compilation et exécution :

```

debarm:/var/www/cgi-bin# gcc temp.c -o temp.cgi -l sqlite3
debarm:/var/www/cgi-bin# ./temp.cgi
Transmission du capteur 28-000002afc6af :
4e 01 4b 46 7f ff 02 10 d9 : crc=d9 YES
4e 01 4b 46 7f ff 02 10 d9 t=20875
Temp=20.875°C
Transmission du capteur 28-000002afd9 :
40 01 4b 46 7f ff 10 10 1d : crc=1d YES
40 01 4b 46 7f ff 10 10 1d t=20000
Temp=20.000°C
Connexion réussie
INSERT INTO temperature (date, capt1, capt2) VALUES(datetime("now","localtime"),20875/1000.0,20000/1000.0);
debarm:/var/www/cgi-bin# █

```



Vérifions la présence de nos enregistrements dans la table température :

```
debarm:/var/www/cgi-bin# sqlite3 LSBB
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from temperature;
1|2011-03-20 05:25:55|17875|
2|2011-03-20 05:32:29|17750|
3|2011-03-20 05:32:57|17812|
4|2011-03-20 05:33:33|17|
5|2011-03-20 05:35:54|17.875|
6|2011-03-20 05:36:11|17|
7|2011-03-20 05:36:22|17.875|
8|2011-03-20 05:36:57|18.062|
9|2011-03-20 16:12:19|20.625|19.687
10|2011-03-20 16:25:53|20.75|19.75
11|2011-03-20 16:40:00|20.812|19.875
12|2011-03-20 16:41:03|20.812|19.812
13|2011-03-20 16:41:42|20.812|19.812
14|2011-03-20 16:49:05|20.875|19.937
15|2011-03-20 16:55:21|20.875|20.0
16|2011-03-20 16:57:15|20.875|20.0
sqlite>
```

14.3.2 Enregistrement périodique avec CRON

L'automatisation de l'exécution du programme précédent sera obtenue grâce à CRON.

Son utilisation est détaillée page 19.

Le projet impose une prise de mesure toutes les 10 mn mais pour tester le fonctionnement de la tâche chronologique, nous la réaliserons toutes les minutes :

```
debarm:/var/www/cgi-bin# crontab -e
```

```
GNU nano 2.0.7 File: /tmp/crontab.R7Zjnd/crontab
# m h dom mon dow command
# Execution de /var/www/cgi-bin/temp.cgi toutes les minutes
* * * * * /var/www/cgi-bin/temp.cgi

[ Read 4 lines ]
^G Get Help      ^O WriteOut     ^R Read File    ^V Prev Page    ^K Cut Text     ^C Cur Pos
^X Exit          ^J Justify      ^W Where Is     ^N Next Page    ^U UnCut Text   ^T To Spell
```

- Pour enregistrer les modifications : Ctrl + O
- Pour sortir de l'éditeur : Ctrl + X

```
debarm:/var/www/cgi-bin# crontab -e
crontab: installing new crontab
debarm:/var/www/cgi-bin#
```

Après quelques minutes, consultons la table *temperature* :

```
debarm:/var/www/cgi-bin# sqlite3 LSBB
SQLite version 3.5.9
Enter ".help" for instructions
sqlite> select * from temperature;
1|2011-03-20 05:25:55|17875|
2|2011-03-20 05:32:29|17750|
3|2011-03-20 05:32:57|17812|
4|2011-03-20 05:33:33|17|
5|2011-03-20 05:35:54|17.875|
6|2011-03-20 05:36:11|17|
7|2011-03-20 05:36:22|17.875|
8|2011-03-20 05:36:57|18.062|
9|2011-03-20 16:12:19|20.625|19.687
10|2011-03-20 16:25:53|20.75|19.75
11|2011-03-20 16:40:00|20.812|19.875
12|2011-03-20 16:41:03|20.812|19.812
13|2011-03-20 16:41:42|20.812|19.812
14|2011-03-20 16:49:05|20.875|19.937
15|2011-03-20 16:55:21|20.937|19.937
16|2011-03-20 16:57:15|20.875|20.0
17|2011-03-20 17:23:03|20.937|19.875
18|2011-03-20 17:24:03|20.937|19.875
19|2011-03-20 17:25:03|20.937|19.937
20|2011-03-20 17:26:02|20.937|19.937
21|2011-03-20 17:27:03|20.937|20.0
22|2011-03-20 17:28:03|20.937|20.0
23|2011-03-20 17:29:02|20.937|20.0
```

Enregistrement toutes les minutes à partir de 17h23

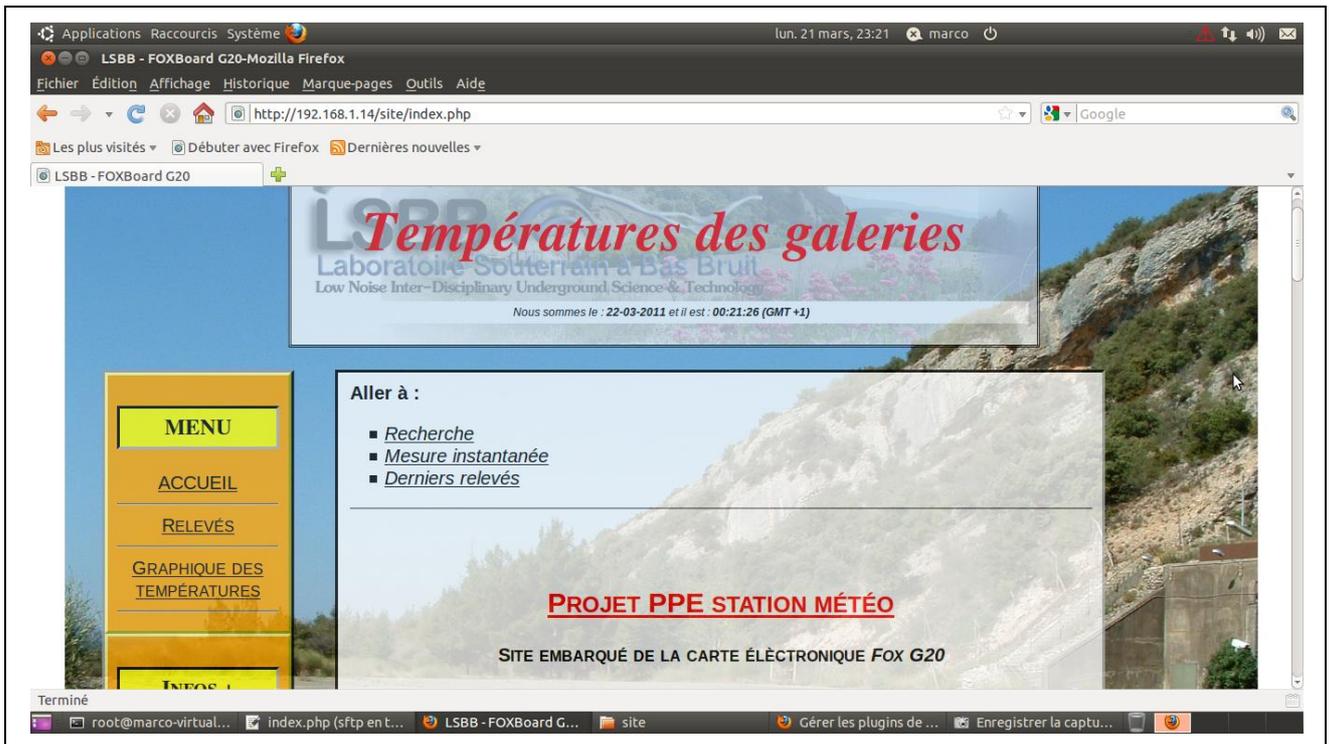
14.3.3 Interface web

L'interface réalisée par les élèves est disponible dans le dossier *LSBB*.

Elle est composée de pages web écrites en PHP et HTML. La partie graphique est définie dans une feuille de style (*PageCss.css*).

Les pages disponibles permettent de :

- Prendre connaissance du sujet du projet.
- Rechercher des mesures par mois.
- Effectuer des mesures instantanées.
- Visualiser les mesures d'une journée graphiquement.
- Accéder au site du lycée, du laboratoire LSBB et de Acme Systems.



Les graphs de l'évolution de la température sont obtenus grâce à l'utilisation de *Fusion Charts Free*. Cet outil gratuit permet de générer une animation flash représentant des graphiques.

Fusion Charts Free est disponible à l'adresse suivante : <http://www.fusioncharts.com/free>

Après avoir téléchargé et décompressé le dossier, il est copié dans le dossier du site.

Le principe de la génération de l'animation repose sur l'utilisation d'un fichier XML qui contient les coordonnées des points de la courbe.

```
try
{
    $handle2 = fopen("/tmp/data2.xml", "w");
    /** connect to SQLite database*/
    $dbh = new PDO("sqlite:/var/www/cgi-bin/LSBB");
    /** The SQL SELECT statement */
    $sql = "SELECT * FROM temperature WHERE date LIKE '$_GET[date]%'";

    fprintf($handle2, "<graph xAxisName='Temps (hh:mm)' yAxisName='Temp2 (deg C)' showNames='1' decimalPrecision='1'
formatNumberScale='0'>\n");

    foreach ($dbh->query($sql) as $row)
    {
        fprintf($handle2, "<set name=' " . substr($row['date'], -8, 5) . "' value=' " . $row['capt2'] . "' />\n");
    }
    fprintf($handle2, "</graph>\n");
    $dbh = null;
    fclose($handle2);
}
catch(PDOException $e)
{
    echo $e->getMessage();
}
echo "</td><td>";
```

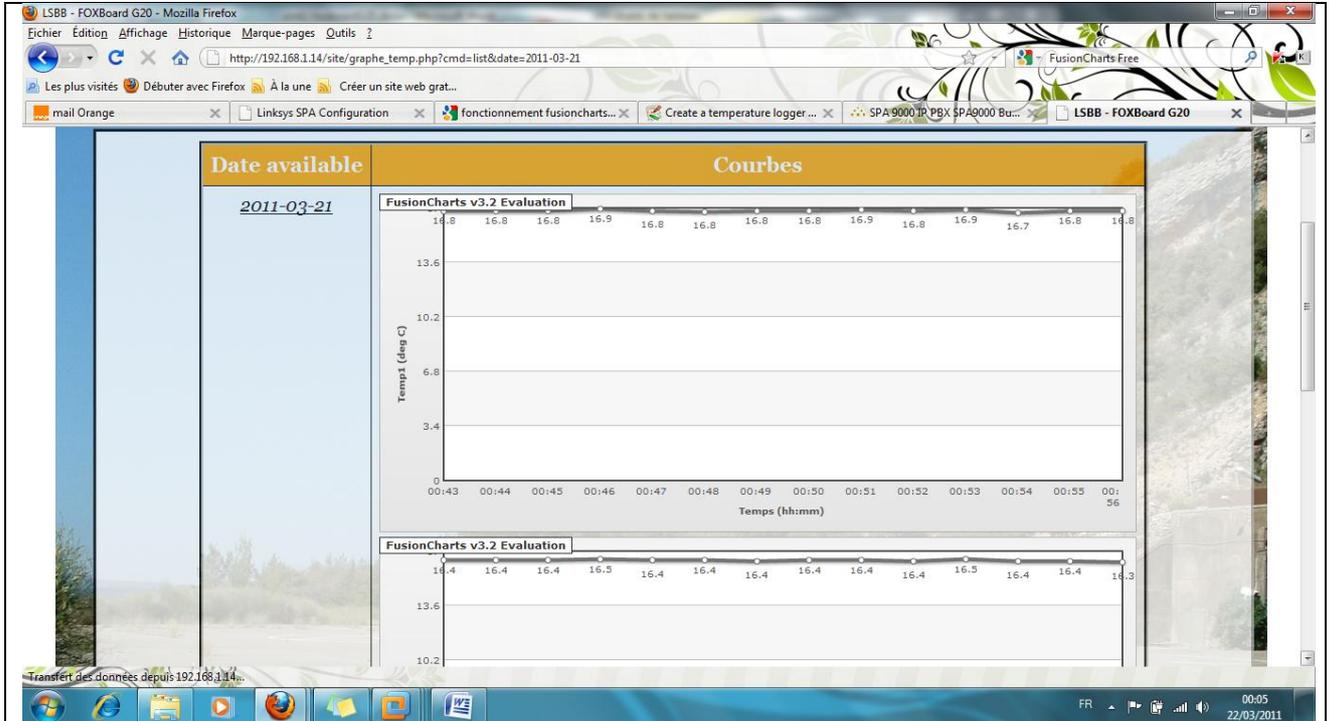
Création d'un fichier XML temporaire

Ecriture dans le fichier XML

Fin du fichier XML

Ecriture dans le fichier XML des coordonnées des points

```
// FusionChart component
// Eléments modifiables width, height, quality, dataURL (chemin d'accès au fichier temporaire).
?>
<object classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
codebase="http://download.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.cab#version=6,0,0,0" width="640"
height="360" id="Column3D" >
  <param name="movie" value="FusionCharts/Line.swf" />
  <param name="FlashVars" value="&dataURL=tmp/data.xml&chartWidth=800&chartHeight=360">
  <param name="quality" value="high" />
  <embed src="FusionCharts/Line.swf" flashVars="&dataURL=tmp/data.xml&chartWidth=800&chartHeight=360"
quality="high" width="800" height="360" name="Column3D" type="application/x-shockwave-flash"
pluginspage="http://www.macromedia.com/go/getflashplayer" />
</object>
```



The screenshot shows a web browser window with the URL `http://192.168.1.14/site/index.php#mesure_instantanee`. The page is titled "Mesure instantanée" and features a large green button labeled "Mesure" with the text "Appuyez sur le bouton pour faire une nouvelle mesure". Below the button, there are two sensor readings:

- Transmission du capteur 28-000002afc6af :**
1e 01 4b 46 7f ff 02 10 c4 : crc=c4 YES
1e 01 4b 46 7f ff 02 10 c4 t=17875
- Temp1 : 17.875°C**
- Transmission du capteur 28-000002afd9d9 :**
12 01 4b 46 7f ff 0e 10 b6 : crc=b6 YES
12 01 4b 46 7f ff 0e 10 b6 t=17125
- Temp2 : 17.125°C**

The browser's taskbar at the bottom shows the system clock as 00:05 on 22/03/2011.

15 En savoir plus

Sur son wiki, le fabricant fournit de nombreuses informations utiles et des exemples de projets de démonstration.

Il y est par exemple détaillé l'utilisation des périphériques sur :

- Bus USB
- Bus I2C
- Bus 1 fil
- Bus SPI
- Convertisseur Analogique/Numérique
- Lignes PWM
- Modem GPRS et GPS

De nombreuses cartes d'extensions (DAISY modules) permettent de mettre en œuvre rapidement des périphériques de bases sur la FOX Board G20 et réduire ainsi le temps de prototypage.

Daisy ID	Description	Availability
DAISY-1	Daisy adapter for the FOX Board G20 board	Available
DAISY-2	Stepper motor controller	Coming soon
DAISY-4	One relay	Available
DAISY-5	8 push-button module for educational purpose	Available
DAISY-7	Digital MEMS accelerometer and gyroscope	Coming soon
DAISY-9	RS232 interface	Available
DAISY-10	Optoisolated RS485/422 interface	Available
DAISY-11	8 led module for educational purpose	Available
DAISY-12	Prototyping board	Available soon
DAISY-13	Teltonika GPRS modem	Coming soon
DAISY-14	Ethernet interface	Coming soon
DAISY-15	Adapter for 4D systems serial display	Coming soon
DAISY-16	Audio adapter	Coming soon
DAISY-17	Breadboard adapter	Coming soon

The diagram illustrates the FOX Board G20 with a DAISY-1 adapter. Four DAISY modules are shown connected to the board: DAISY-10 RS485/RS422 interface (top), DAISY-5 8 push buttons (top right), DAISY-9 RS232 interface (right), and DAISY-11 8 leds (bottom).

On y trouvera aussi :

- Les schémas de la carte FOX Board G20 et de son cœur, la Netus G20.
- La documentation du processeur AT91SAM9G20.