

Le biocube

Étudiants de 1ère et 2ème année de baccalauréat
Électronique appliquée

Réalisation d'une serre tropicale électroniquement contrôlée en température, humidité et luminosité.

1 Eclairage à leds horticoles

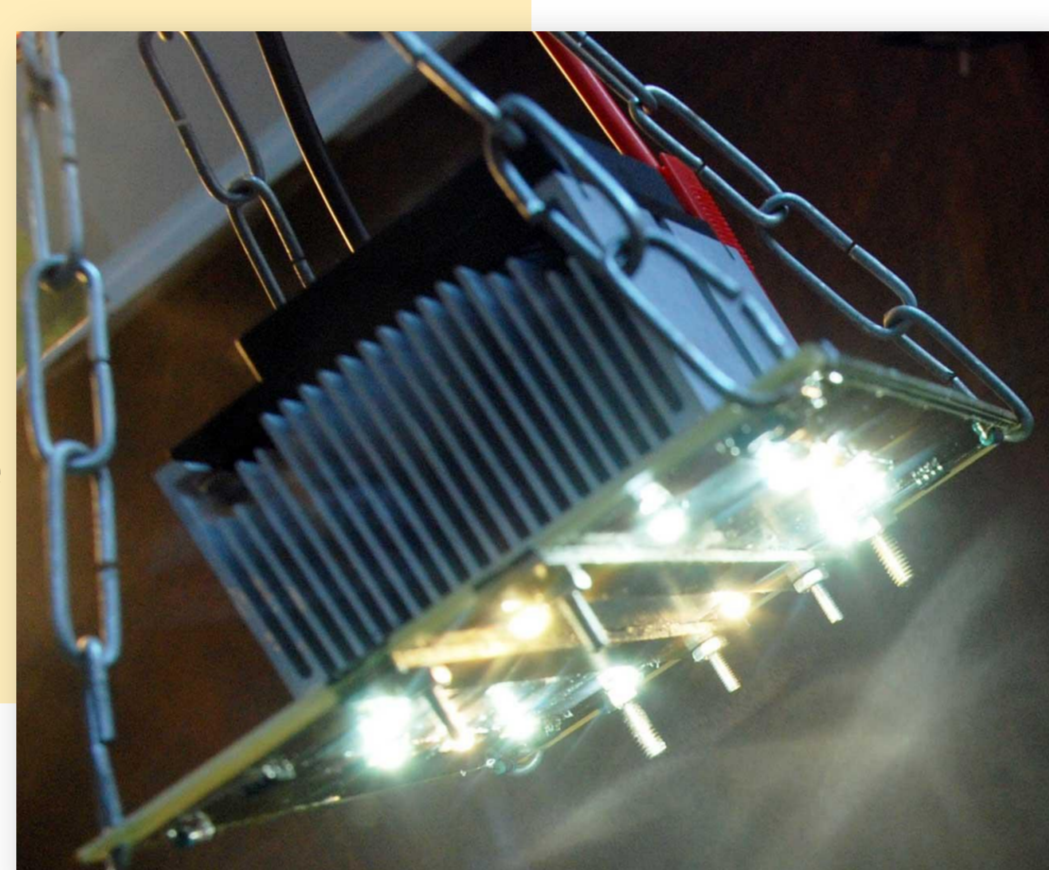
Type: Leds de puissance luxeon rebel

Caractéristiques:

- 1000 lumens en 6500K, pour la croissance
- 800 lumens en 3100K, pour la floraison

Avantages:

Haut rendement lumineux, longue durée de vie



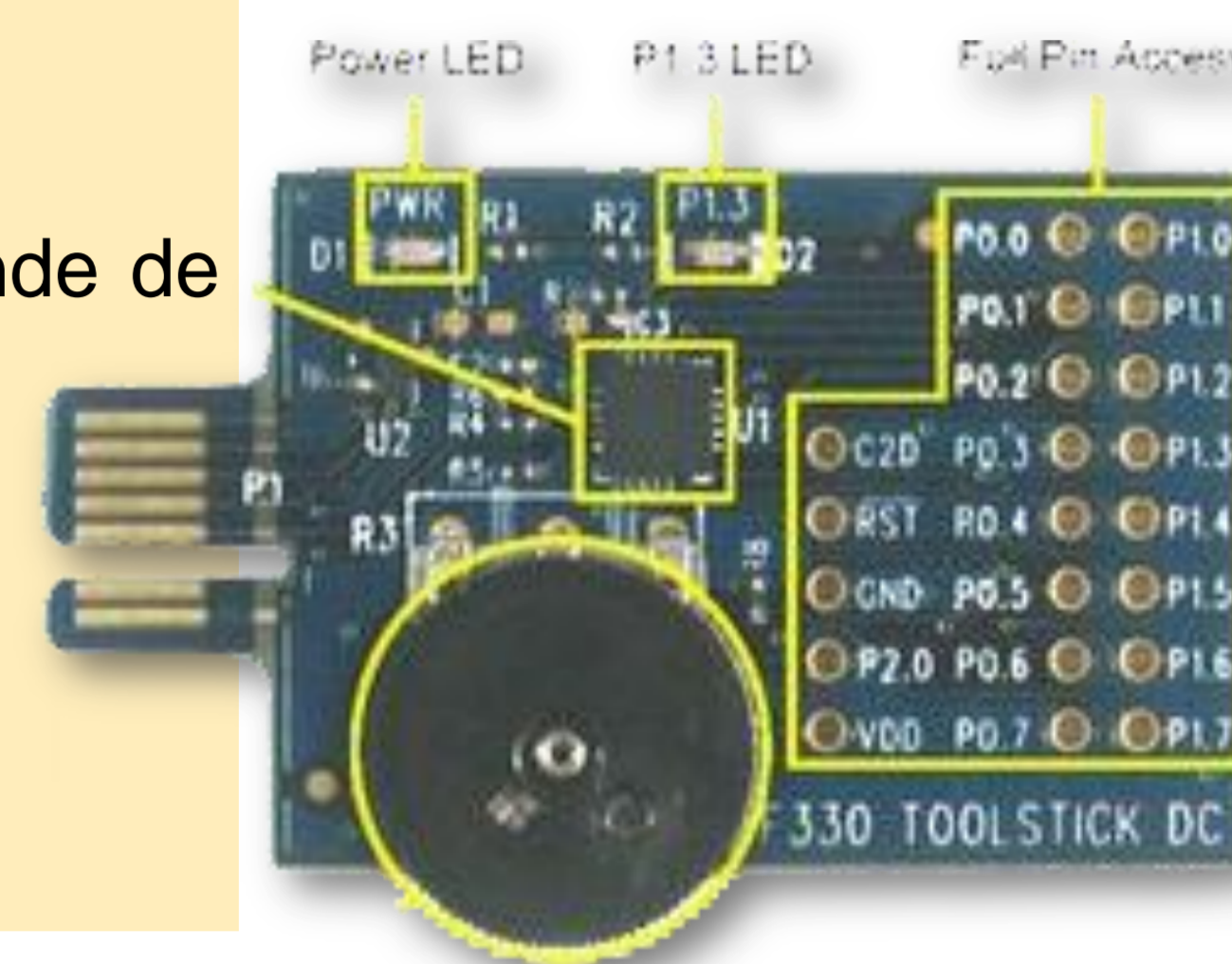
2 Capteurs secondaires

Type: Carte à microcontrôleur 8051

Caractéristiques: C8051F330 équipé d'une sonde de température

Résolution: 1° C

Fonction: Mesurent, à intervalles réguliers, la température du compartiment et envoient, sur demande, les données à la carte mère



3 Brumisateur à ultrasons

Fonction: Diffuse une brume permettant l'humidification du terrarium



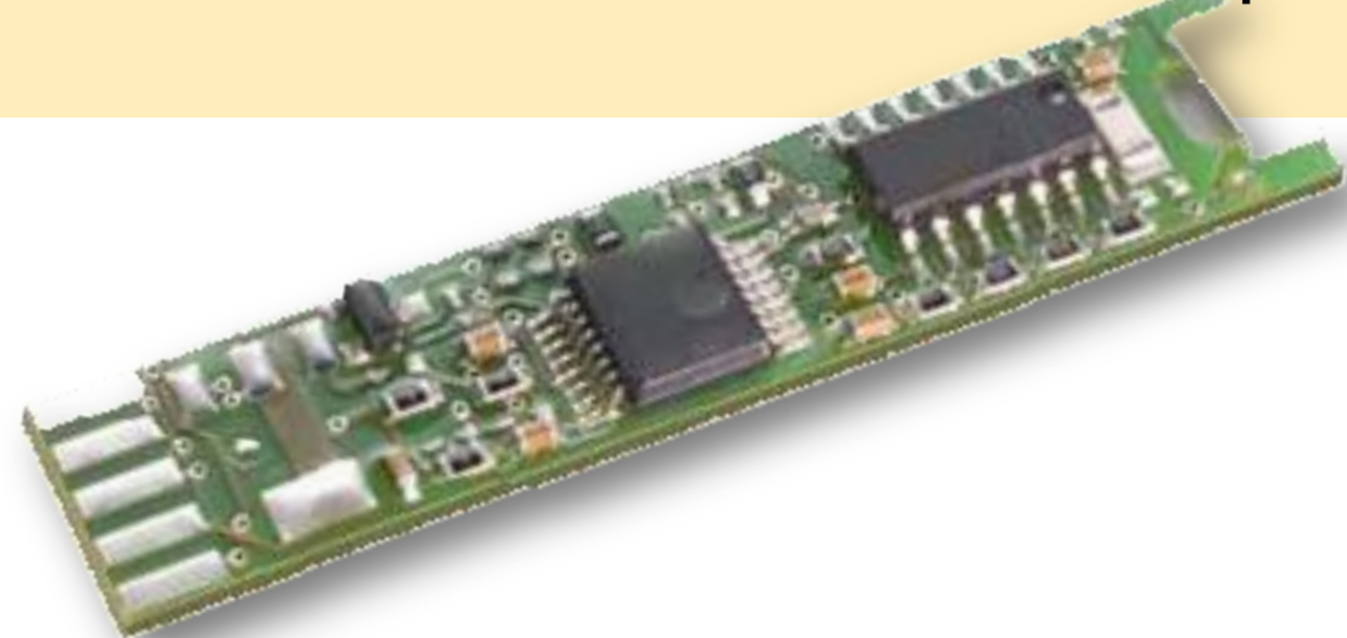
4 Capteur principal

Type: Capteur d'humidité et de température DigiPicco I²C Basic

Caractéristiques: Communique en I²C

Résolution: 3% sur humidité, 0,5° C sur température

Fonction: Mesure température et humidité au niveau des plantes



5 Ventilateurs

Fonction:

- Brassage de l'air du terrarium,
- Injection d'air chaud dans le terrarium,
- Extraction d'air pour refroidissement.



6 Chauffage

Type: Câble chauffant

Taille: 12m

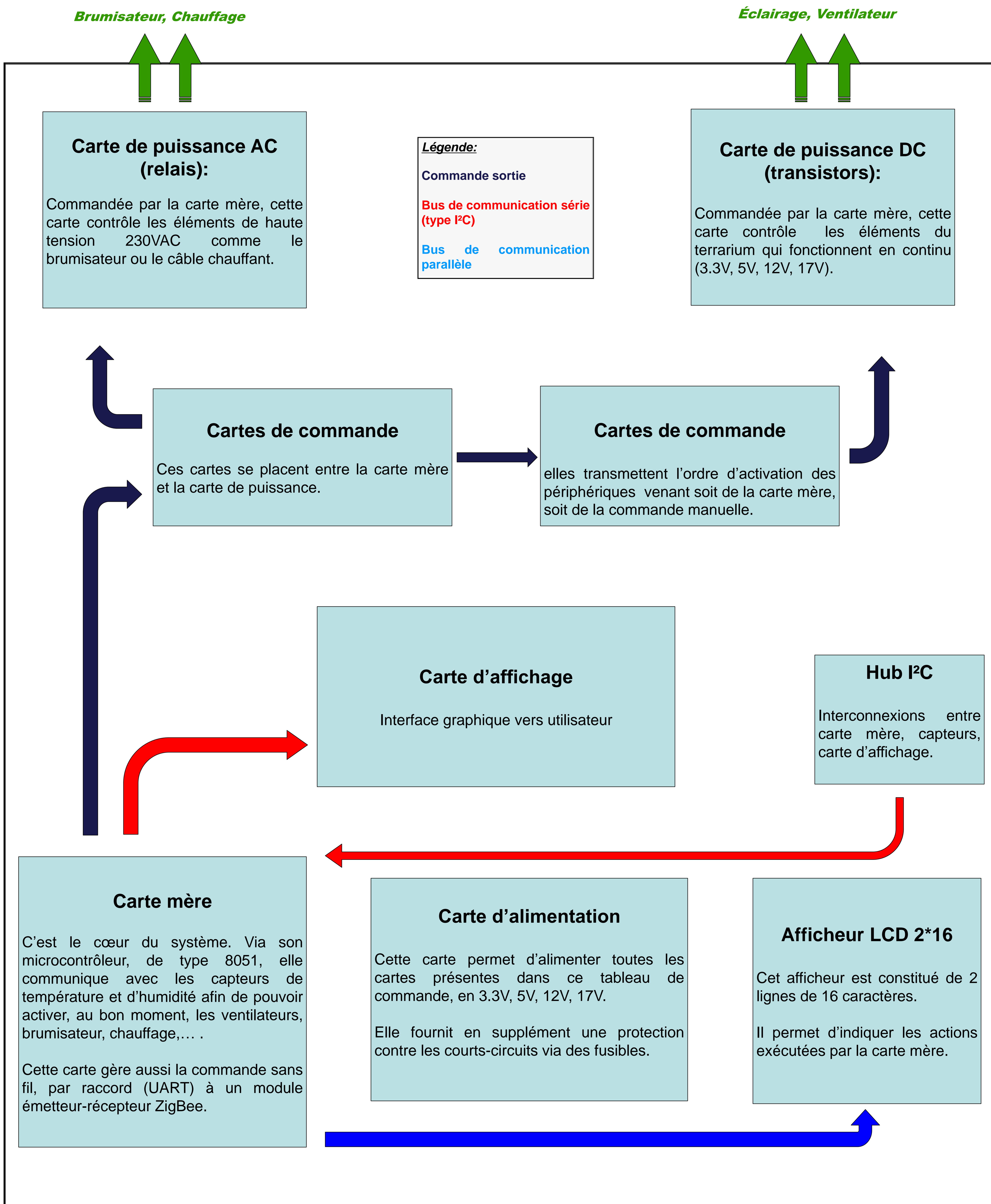
Puissance: 100W

Fonction: Chauffe l'espace inférieur à une certaine température, contrôlée par un capteur



Tableau de commande

Étudiants de 1^{ère} et 2^{ème} année de baccalauréat
Électronique appliquée



Programmation et gestion software

Étudiants de 1ère et 2ème année de baccalauréat
Électronique appliquée

Un système d'exploitation ???

« Le système d'exploitation, abrégé SE (en anglais operating system, abrégé OS), est un ensemble de programmes central d'un appareil informatique qui se place à l'interface entre le matériel et les logiciels applicatifs. », wikipedia

Dans notre cas, c'est un programme principal s'exécutant en boucle qui, selon les événements auxquels il est sensible, fait appel à des sous programmes applications.

Ces événements peuvent être très divers: Ici, il s'agit principalement d'« interruptions ». Celles-ci sont capables d'interrompre un programme en cours d'exécution, de sauter à un endroit précis en mémoire et d'exécuter les instructions s'y trouvant.

Exemple: l'imprimante

L'imprimante est autonome, elle a son propre système d'exploitation. Elle peut donc effectuer des tâches indépendamment de l'ordinateur, des photocopies par exemple.

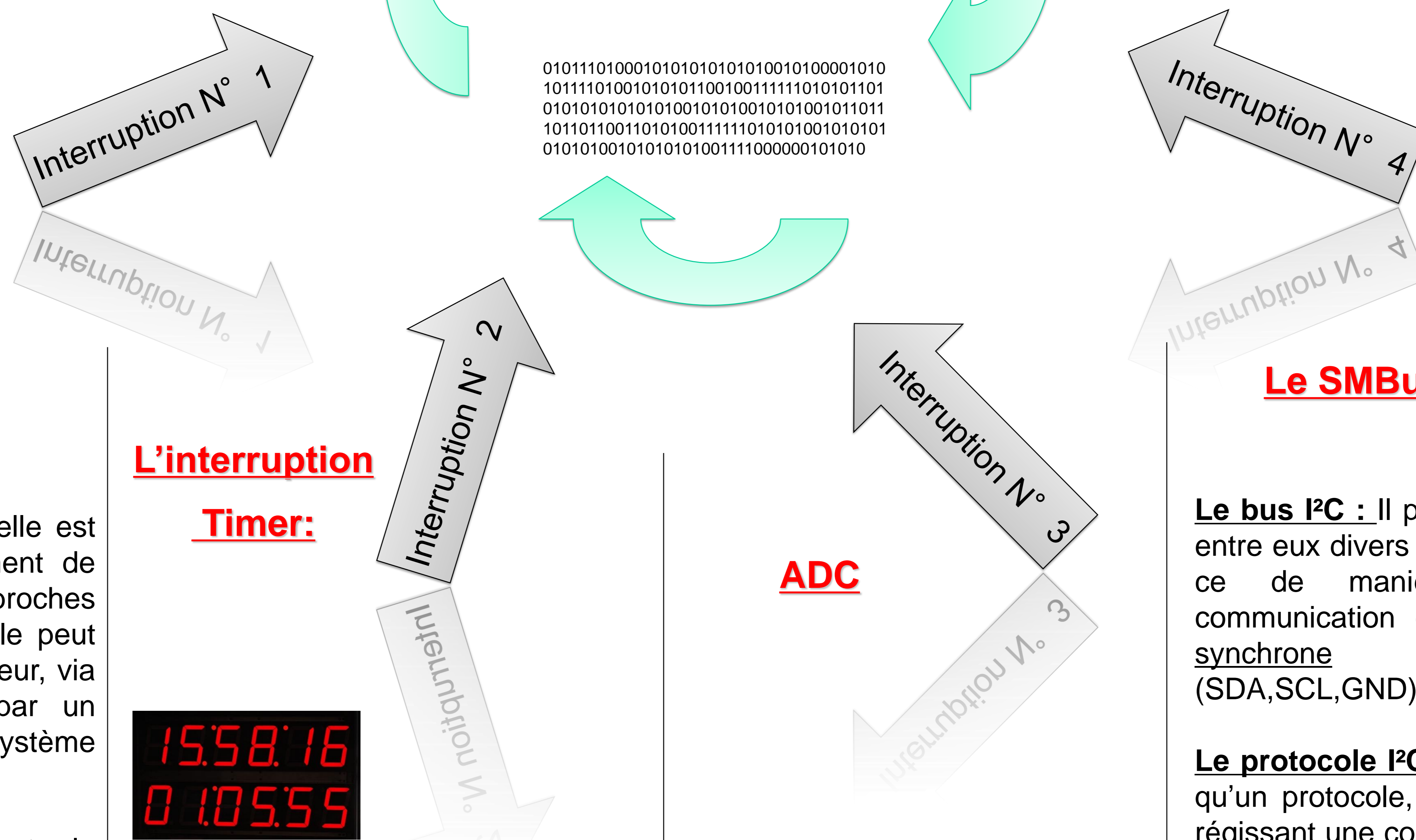
Sans demande d'impression venant de l'ordinateur, l'imprimante n'est pas inactive, elle attend un événement.

Cet événement peut être externe à l'imprimante, par exemple, une requête d'impression venant de l'ordinateur via le bus de communication. Il peut aussi être interne et indiquer à l'imprimante un manque de papier, l'entraînant à prévenir l'ordinateur.

```
01101010011111010101001010101010100
101010101001111000001010101010101010
101010101110001010101010100101000
01010101111001010101100100111110101
011010101010101010010101001010100
```

Programme principal
(Système d'exploitation des ressources)

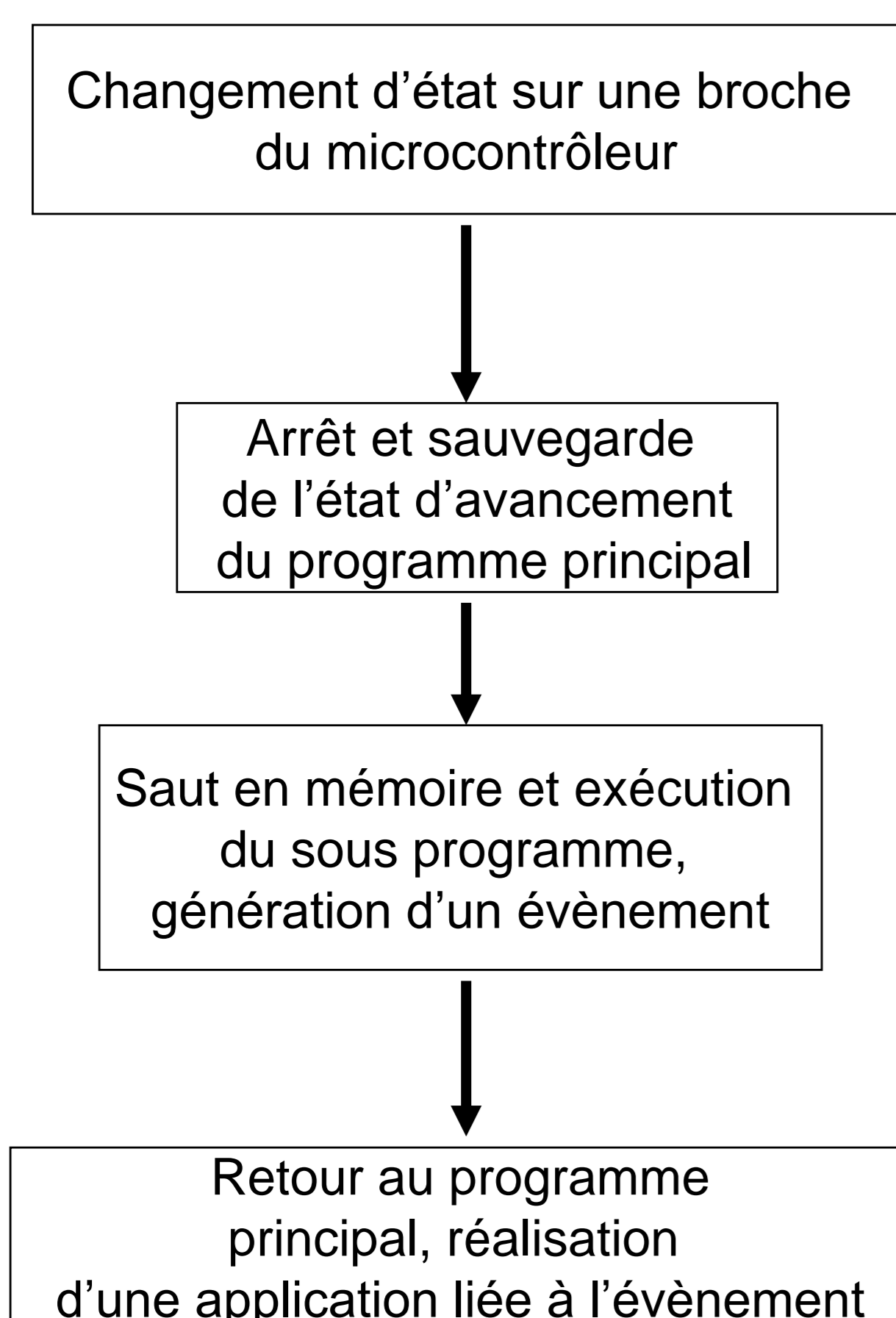
```
01011101000101010101010010100001010
10111101001010101001001111101010101
0101010101010010100101001010101011
1011010011010100111110101001010101
0101010010101010011100000101010
```



L'interruption externe:

Externe au microcontrôleur, elle est provoquée par un changement de niveau sur une des broches d'entrée/sortie de celui-ci. Elle peut être générée soit par l'utilisateur, via un bouton poussoir, soit par un système interfacé avec le système principal.

Cette commande interrompt le programme en cours d'exécution, et force le microcontrôleur à aller dans un autre espace mémoire afin d'y effectuer le sous programme inscrit.



L'interruption Timer:



Un timer est un compteur cadencé par le signal d'horloge du microcontrôleur. Cette particularité lui confère une précision dans le comptage souvent inférieure à la microseconde!

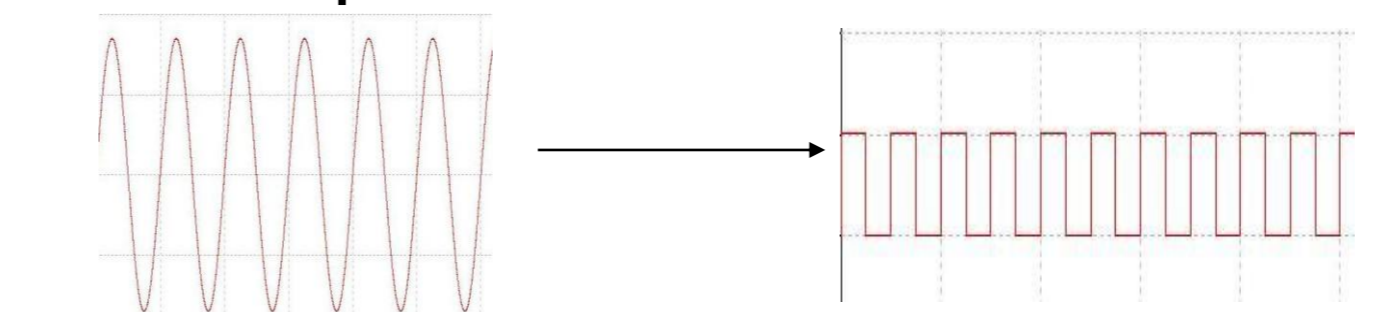
Pour cette raison, il est d'une très grande utilité dans le cadencement de l'envoi de données sur les bus de communication du microcontrôleur, ou encore pour déclencher une conversion analogique/numérique.

Un compteur ne peut pas compter jusqu'à un nombre infini, il est limité par sa taille mémoire. S'il est sur 8 bits, sa limite haute sera 256. une fois cette limite atteinte, il recommence à 0. C'est lors de ce passage à 0, ou débordement, que le compteur est capable de générer une interruption au sein du microcontrôleur et de lui faire effectuer un sous programme.

ADC

Le convertisseur analogique-numérique

permet de convertir un signal analogique en un signal numérique.



Suivant la tension à l'entrée du convertisseur, nous aurons à sa sortie un signal binaire différent. A partir de ce principe, nous pouvons traiter des signaux analogiques de manière numérique.

Dans le cadre de notre projet, le microcontrôleur (numérique) manipule les sondes de température et d'humidité (analogique) via son convertisseur analogique/numérique

Le SMBus (compatible I²C)

Le bus I²C : Il permet de faire communiquer entre eux divers composants électroniques et ce de manière synchronisée. Cette communication est de type série, elle est synchrone et s'opère sur 3 fils (SDA,SCL,GND)

Le protocole I²C : Tout d'abord il faut savoir qu'un protocole, est un ensemble de règles régissant une communication, un peu comme un code de la route.

Comment s'effectue cette communication ?

- 1/ Je vais parler : le maître prend possession du bus en imposant un START sur SDA.
- 2/ A qui, comment??? : le maître envoie 8 bits en série, l'un après l'autre, dont les 7 premiers sont l'adresse de l'esclave avec qui il veut parler et le 8eme bit indique à l'esclave s'il veut transmettre ou recevoir une donnée.
- 3/ Message reçu : l'esclave répond en imposant un bit de confirmation appelé « Acknowledge » ou « Oui, je suis là ».
- 4/ Voilà ce que j'ai à dire, à entendre: le maître envoie la donnée s'il veut écrire chez l'esclave ou la reçoit s'il veut lire chez l'esclave.
- 5/ Communication terminée: le maître impose sur le bus un STOP, pour signifier que la communication est terminée.

La communication sans fil

Étudiants de 1ère et 2ème année de baccalauréat
Électronique appliquée

Qu'est ce que la communication sans fil ZigBee?

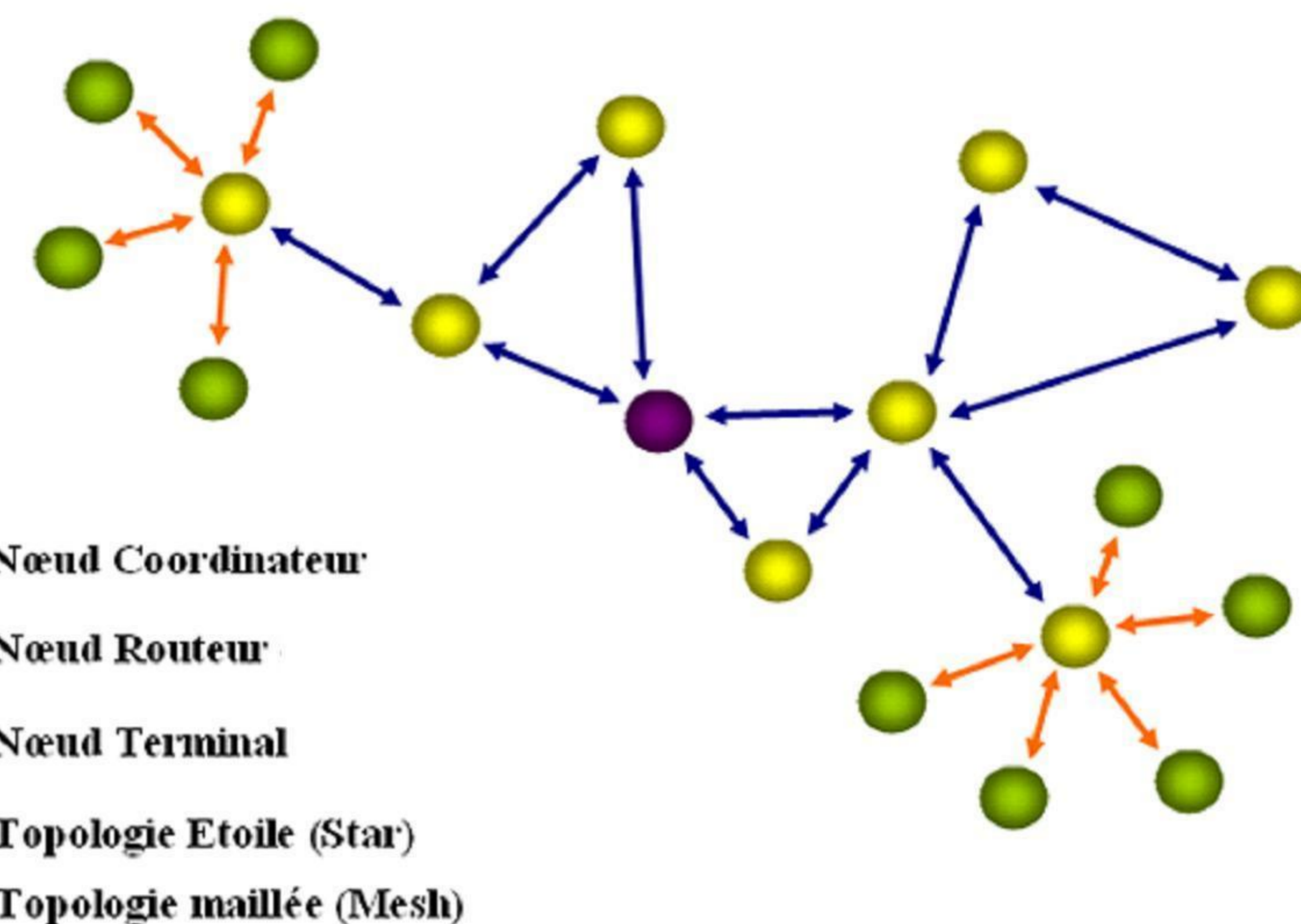
La communication sans fil dans ce projet est basée sur :

- la norme **IEEE 802.15.4**, qui définit la structure des messages radio envoyés par l'émetteur/récepteur (« transceiver »)
- le protocole **ZigBee** qui supervise toute la gestion du réseau, et qui est implanté sous forme de programme sur un micro-ordinateur (« microcontroller »)

Les caractéristiques techniques de la communication **ZigBee/IEEE802.15.4**:

- ZigBee fonctionne entre autres, comme le Wi-Fi, sur la bande ISM (Industrial, Scientific and Medical) des 2,4GHz partout dans le monde
- La vitesse de transmission des données maximum est de 250kbps à 2,4GHz, avec 16 canaux de fréquences possibles
- Les besoins mémoire sont réduits (~4 à 32kb)
- La consommation est faible, l'autonomie des piles se comptant en années...
- Le nombre d'éléments (nœuds) possibles dans un réseau ZigBee est de quelques milliers
- La portée varie entre 10 et 100 mètres selon l'environnement, et peut être augmentée si on ajoute un amplificateur
- La communication se rétablit automatiquement en cas de problèmes de communication (« self healing »)

Ces caractéristiques font de la technologie **ZigBee** une solution idéale pour une communication intermittente ou périodique, typiquement en domotique ou en instrumentation industrielle, à un coût relativement bas.



Quel réseau ZigBee pour le Biocube?

Deux types de modules de communication ZigBee sont utilisés:

- un module XBee utilisé comme simple « modem » transparent, préprogrammé par le fabricant, à paramétrer pour l'intégrer dans le réseau. Il envoie par radio ce qu'il reçoit sur son bus de données filaire (UART) et vice-versa.

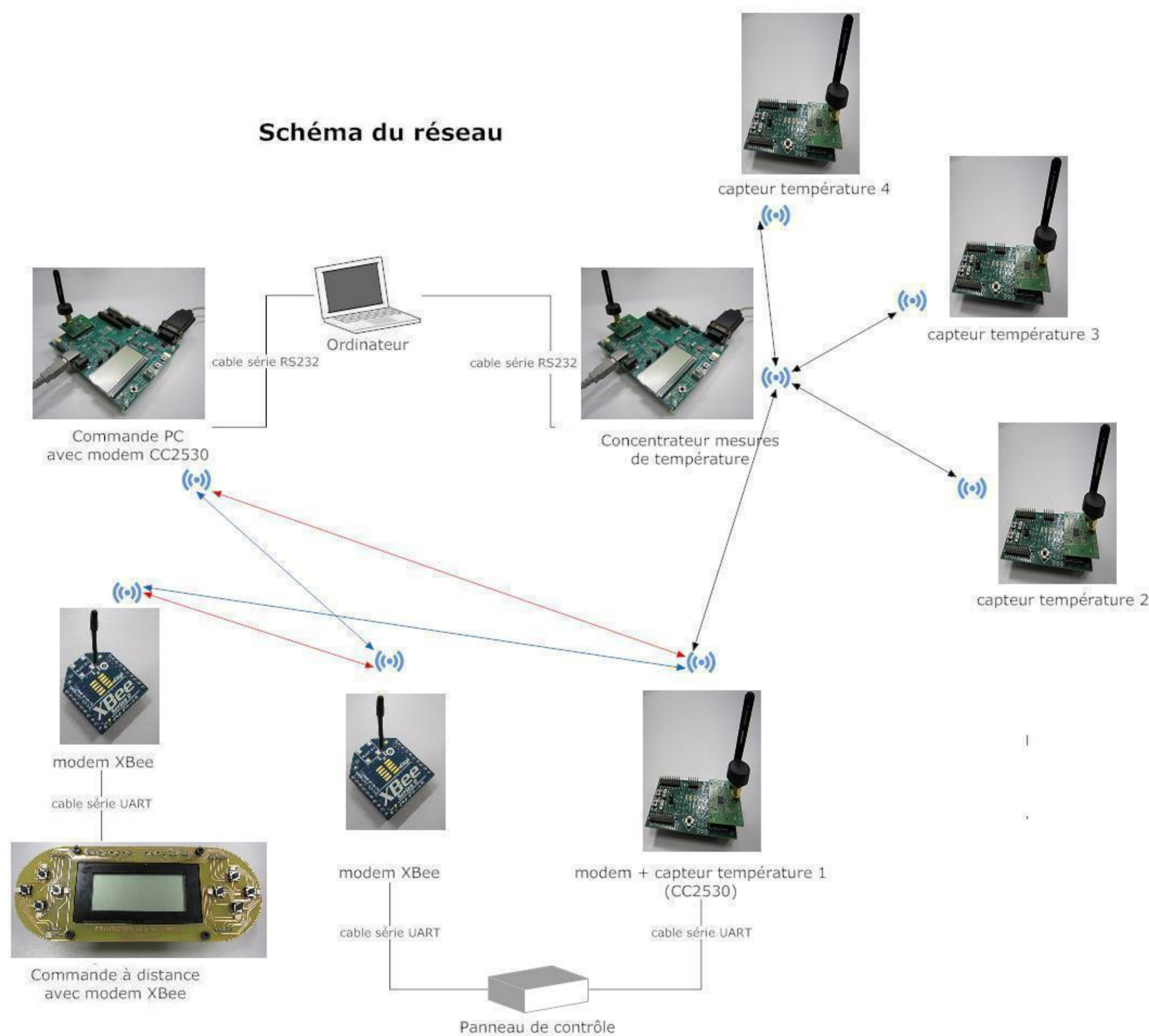
➤Où: sur la commande à distance (modem)
sur le panneau de contrôle (modem)

- Un module CC2530, programmé avec un code spécifique à l'application développée.

➤Où: sur le panneau de contrôle (capteur de température ET modem)
sur la commande PC (modem)
sur le concentrateur de mesures de température (récolte mesures)
sur les plaquettes (capteur de température)

Les données envoyées par radio sont:

- La température mesurée par le capteur de température intégré aux différents CC2530
- La température et le taux d'humidité mesurés par les capteurs correspondants connectés au panneau de commande
- Les commandes des ventilateurs, de la lampe d'éclairage, du brumisateur, du câble chauffant, de l'éclairage par diodes électroluminescentes (LED's)



Et l'interface avec l'utilisateur... qui ne voit ni n'entend les messages radio?

La commande à distance:

- Permet de lire les données des capteurs de température et d'humidité connectés au panneau de contrôle
- Permet de commander les différents appareils (ventilateurs, lampes, brumisateur, câble chauffant, ...).

Le PC:

- Permet de visualiser le réseau ZigBee formé et de lire les températures des capteurs de température
- Permet de commander les différents appareils (ventilateurs, lampes, brumisateur, câble chauffant, ...).

La carte d'affichage, avec les interrupteurs sur le tableau de commande ...

... a les mêmes fonctionnalités que la commande à distance, ... mais ... en filaire!