

Informatique embarquée et objets connectés

Embarquer l'informatique dans les objets a beaucoup d'avantages : simplifier leur fonctionnement, leur donner plus de possibilités d'usage et de sûreté, et leur permettre d'intégrer de nouvelles possibilités à matériel constant par simple modification de leur logiciel.

I- Généralités sur ...

1) Historique.

1967- système embarqué de guidage lors de la mission lunaire Apollo ;
 1971 - premier processeur produit par Intel ;
 1984 : sortie de l'Airbus 320, premier avion équipé de commandes électriques informatisées ; 1998 : mise en service du métro informatisé sans conducteur Météor (ligne 14 à Paris) ; 1999 : introduction de l'expression « internet des objets » par Kevin Ashton ;
 2007 : arrivée du *smartphone*.
 On estime à 50 milliards le nombre d'objets connectés en 2020.

2) Vocabulaire et concepts.

Dans les **systèmes informatiques embarqués**, l'information provient soit des **interfaces Homme Machine (IHM)** soit des capteurs, pour contrôler automatiquement ou manuellement le fonctionnement physique par des actionneurs et transmettre des informations aux utilisateurs. Le flux d'informations à travers les IHM permet ainsi une interaction continue entre l'homme et la machine.

Exo :

0-vidéo à voir : https://www.youtube.com/watch?time_continue=101&v=z10xT6rAF7I&feature=emb_logo

Donnez des exemples d'IHM.

3) Intérêts et limites.

Embarquer l'informatique dans les objets a beaucoup d'avantages : simplifier leur fonctionnement, leur donner plus de possibilités d'usage et de sûreté, et leur permettre d'intégrer de nouvelles possibilités à matériel constant par simple modification de leur logiciel. Après avoir transformé les chaînes de montage des automobiles et les avions dans les années quatre-vingt-dix, l'informatique intervient maintenant dans des domaines toujours plus nombreux : automobile, réseau ferroviaire et transports urbains, domotique, robotique, loisirs, etc., conduisant à un nouvel internet des objets. Pour les avions par exemple, l'informatique gère le vol en commandant finement des servomoteurs électriques, plus légers et plus fiables que les vérins hydrauliques, les réacteurs, la navigation et le pilotage automatique, et permet l'atterrissage automatique par temps de brouillard. Elle a eu un impact décisif sur l'amélioration de la sécurité aérienne.

Cependant :

Le développement des logiciels embarqués est délicat, car il pose souvent des questions de temps-réel, c'est-à-dire de respect de temps de réponse imposé. Ceci conduit à des méthodes de programmation spécifiques.

Exo :

- 1- Retrouvez dans votre vie de tous les jours des objets possédant de l'informatique embarquée.
- 2- Construire un tableau référençant ces objets, les capteurs qu'ils possèdent, si ils possèdent une connexion réseau pour obtenir des infos ou en envoyer et la forme de l'interface homme machine(IHM).
- 3-Quelle est selon vous l'IHM "du futur" ?

II- Exemples et perspectives.

1- Un exemple : la voiture autonome :

Exo :

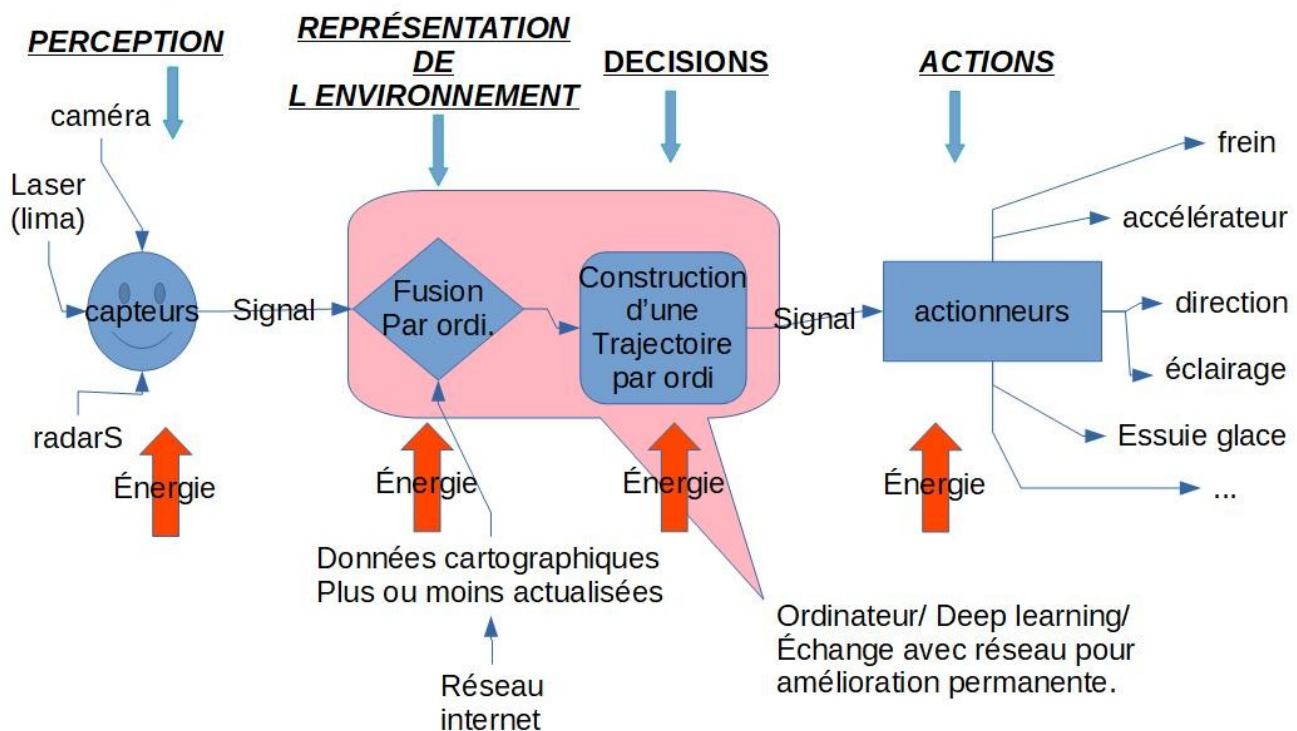
0- À visionner :

https://www.youtube.com/watch?v=wuWDn4v7CQ0&feature=emb_logo

Après avoir visionné la vidéo ci-dessous, vous établirez une liste des différents capteurs présents dans une voiture autonome. Pour chaque capteur, vous expliquerez, en quelques lignes, son principe de fonctionnement et son intérêt.

1- Expliquez en quelques lignes ce qu'est le Deep Learning (vous pourrez faire des recherches sur le web) et comment il est utilisé dans le cas de la voiture autonome.

2- Représentez "la chaîne de traitement d'une voiture autonome".



Les chaînes de commande d'une voiture autonome(simplifiées)

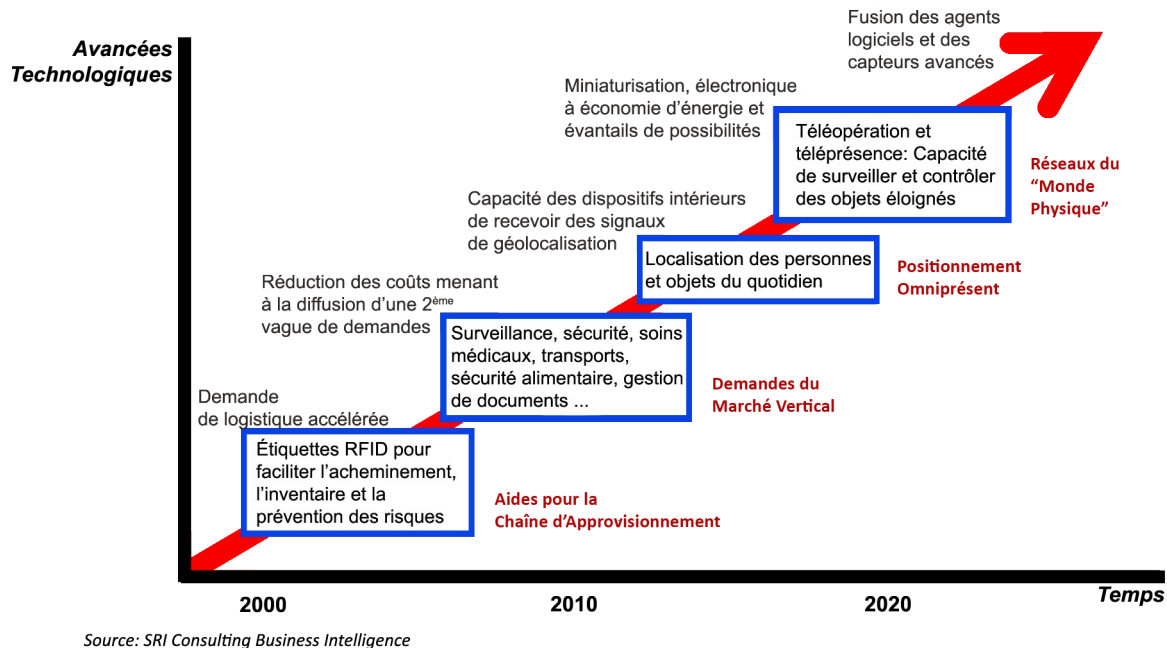
2- Internet des objets.

C'est l'interconnexion entre l'Internet et des objets, des lieux et des environnements physiques. L'appellation désigne un **nombre croissant d'objets connectés à l'Internet** permettant ainsi une communication entre nos biens dits physiques et leurs existences numériques. Ces formes de connexions permettent de rassembler de nouvelles masses de données sur le réseau et donc, de nouvelles connaissances et formes de savoirs.

L'Internet des objets est **en partie responsable d'un accroissement exponentiel du volume de données généré sur le réseau**, à l'origine du big data (ou mégadonnées en français). La croissance exponentielle du nombre d'objets connectés dans la première moitié des années 2020 risque d'avoir un impact durable sur l'environnement. Selon une équipe de l'ETH de Zurich, du fait des smartphones puis du nombre croissant d'objets connectés, en dix ans (2015-2025), 150 milliards d'objets devraient se connecter entre eux, avec l'Internet et avec plusieurs milliards de personnes. L'information issue de ces mégadonnées devra de plus en plus être filtrée par des algorithmes complexes, ce qui fait craindre une moindre

protection des données personnelles, une information des personnes et de la société de moins en moins autodéterminée notamment en cas d'appropriation exclusive de filtres numériques par des entités (gouvernementales ou privées) qui pourraient alors manipuler les décisions.

Historique de la Technologie: la Connectivité des choses



En bref, l'iot est présent un peu partout et entre en jeu de plus en plus dans nos activités : c'est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant.

3- Perspectives, polémiques, esprit critique :

EM : À faire vous-même

Selon vous, qu'est-ce qu'un robot ? Vous rédigerez une première réponse sans faire de recherche sur le Web.

Dans un deuxième temps, **vous répondrez à la même question après avoir fait des recherches sur le Web.** Il faudra bien distinguer votre première et votre deuxième réponse.

À visionner : **Attention , à traiter un jour d'optimisme... C'est plein de cynisme !!!(et ça date déjà de janvier 2018...)**

https://www.youtube.com/watch?time_continue=23&v=p647ezfEows&feature=emb_logo

L'introduction des robots sur le marché du travail pose question.

Après avoir visionné la vidéo ci-dessous, vous rédigerez un texte qui exposera les arguments en faveur et en défaveur de cette introduction.

III- Projet en groupe... Construction d'un objet à informatique embarqué

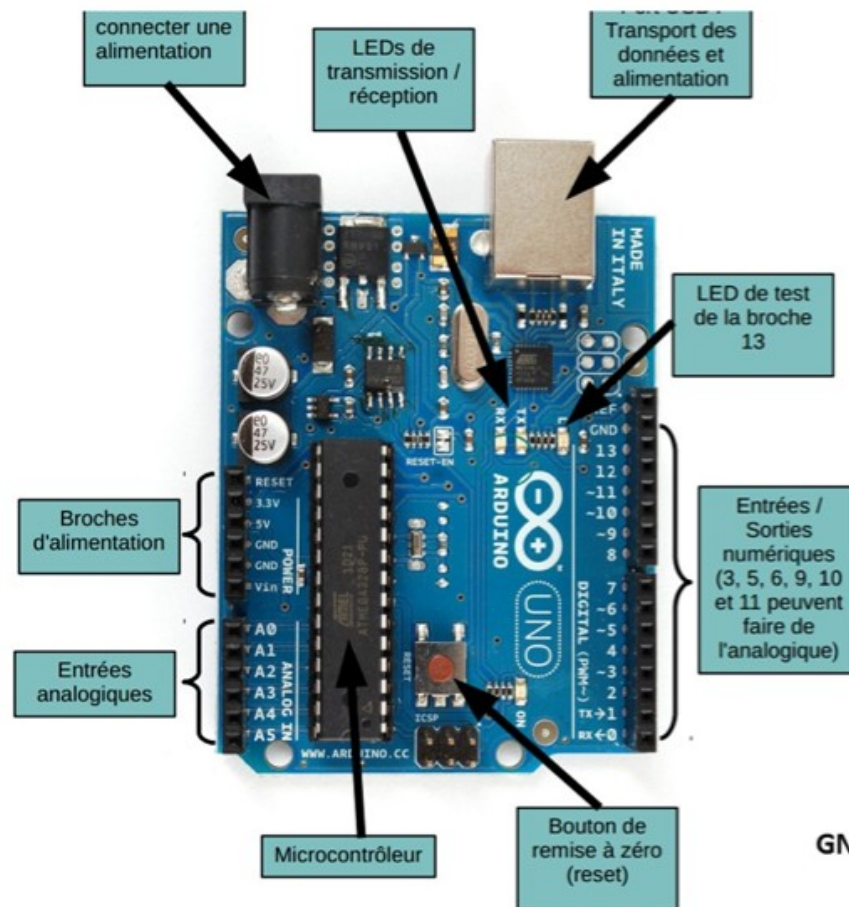
1- Découverte de l'ARDUINO : exemple d'élément central d'un dispositif à informatique embarqué.

C'est une carte possédant essentiellement :

- une **petite mémoire** qui peut stocker un programme et des données (peu)
- Un **microcontrôleur** qui exécute les calculs
- des **connections** permettant des entrées et sorties de signaux analogiques (voltages graduels possibles) et/ou numériques (le signal est alors codé sous forme binaire).

Elle permet donc de **réaliser un programme** qui va pouvoir **utiliser et/ou stocker des données** arrivant par les connections (de périphériques) et/ou

envoyer des données vers d'autres périphériques pour **moduler leur fonctionnement**.



GND = Masse ou -

On peut tout à fait **faire de notre système un iot** en connectant un périphérique permettant de se connecter **au réseau internet** et en imposant un programme au contrôleur qui **communique avec le réseau**.

2- Découverte des deux parties de l'informatique embarquée : la récupération et l'envoi d'information.

En parallèle avec l'activité T08-01/

a- installation du pilote (traducteur ordi/Arduino) et de l'interface de l'Arduino pour pouvoir communiquer avec lui et base de programmation :

0- on installe le logiciel.

Puis :

La programmation se fait en 3 étapes :

1- d'abord on **affecte** des valeurs :

- **aux variables** tout en indiquant qu'il s'agit du type de variable :
exemple avec un int :

`int led=13 ;`

→ ne pas oublier le ; Les points virgules terminent les instructions.

→ il existe plein de types de variables principales :
 int(nombre de -32000 à +32000, long nombre de – beaucoup à + bcp), char(chaine de caractères)
 un entier nommé led prend la valeur 13. On s'en servira pour affecter la broche 13 à une instruction.

- des constantes :

`#define PI 3,14` doute sur l'absence de signe =

→ il ne faut pas de ;

2- 1ere fonction obligatoire pour programmer l'Arduino:

void setup() → fonction d'installation s'exécute une fois au début !

{}

3- 2eme fonction obligatoire pour programmer l'Arduino:

void loop() → fonction en boucle dès que l'on branche l'Arduino

{ ...} boucle

4- on branche l'Arduino relié au montage effectué, on téléverse  sur l'Arduino : c'est lancé !

b- L'envoi d'informations : la commande de périphériques.



Corrections :**Exemple 1 :**

int led=5 ; → on affecte la variable led avec la valeur entière 5

void setup() {

pinMode(led,OUTPUT); → on a configuré la broche(pin) 5 (led) en mode sortie

}

void loop() {

digitalWrite(5, HIGH); → digitalWrite(X;Y) est une fonction qui donne un état électrique Y(0 ou 1) à une broche X.

delay(30);

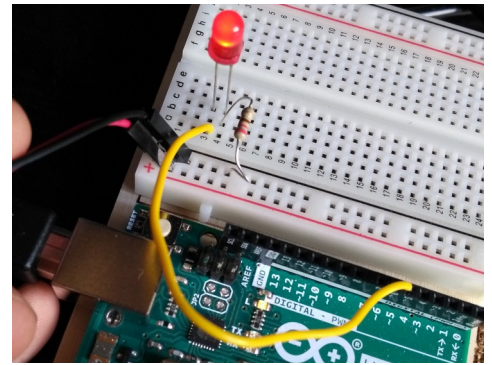
digitalWrite(5, LOW);

delay(30); → delay(T) donne un temps d'attente en milliseconde avant de passer à l'instruction suivante.

}

→ digitalWrite(X;Y) est une fonction qui donne un état électrique Y(0 ou 1) à une broche X.

→ delay(T) donne un temps d'attente en milliseconde avant de passer à l'instruction suivante.

**Fonctionnement des broches et capteurs :**

les broches digitales(numériques) ne peuvent envoyer/recevoir que des signaux entiers ou pas de signal :
ex : 5V ou 0V

les broches analogiques peuvent envoyer/recevoir des signaux modulés entre 0V et 5V : un signal tension reçu est ensuite transformé en valeur comprise entre 0 et 1024 (binaire 10bits), 0 pour 0V et 1024 pour 5V.

→→Projet : réaliser un feu tricolore autonome.(Programme Arduino ET montage électrique!!!)

c- La récupération : exemple des capteurs d'intensité lumineuse.

Exemple2 : Acquisition de données :

Pour utiliser un capteur capteur(transducteur) qui mesure la luminosité. Le transducteur qui opère avec cette grandeur est une *photorésistance* ou *LDR* (Light Depending **Resistor**). **C'est une résistance photo-sensible** La relation établie par la photorésistance entre la luminosité et sa résistance de sortie permet d'avoir une image de l'intensité lumineuse par une résistance électrique qui varie selon cette intensité.

Ressources Montage et réflexion :

Une LDR(photo et représentation schématique) :

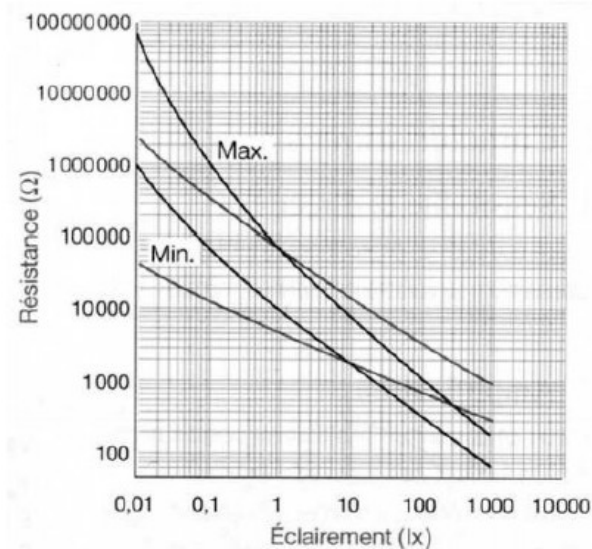
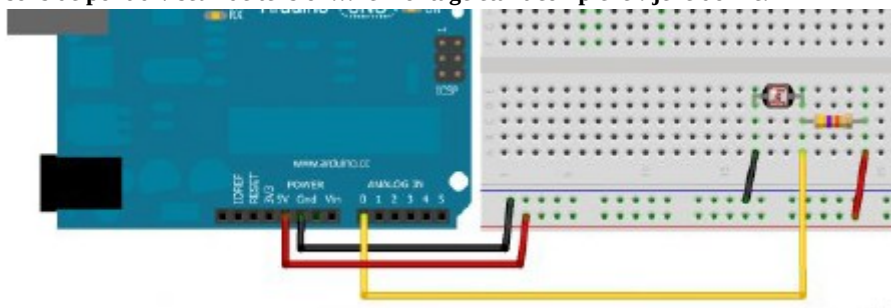


FIGURE 22.9. – Caractéristique d'une photorésistance

Pour des raisons de pont diviseur de tension... le montage étant complexe : je le donne.



Ressources programmation :

Serial.begin(9600); // ouvre le port 9600 pour que l'ordi affiche la température relevée

pinMode(8,INPUT); → on a configuré la broche 8 en mode entrée

analogRead(pin); → lis la valeur d'entrée du pin analogique, valeurs de 0 à 1024

digitalRead(pin); → lis la valeur d'entrée du pin digital, valeurs de 0 ou 1

Serial.print("un truc à écrire");

Serial.print(variable); //envoie de la valeur de la tension lue vers l'ordinateur via la liaison série

Projet : un appareil qui éclaire d'autant plus qu'il fait sombre.... Et qui s'éteint lorsqu'il fait jour !

Ressources programmation :

if(variable <= valeur)

```
{
digitalWrite(led1, LOW); // On allume la LED branché sur pin led1 digital, soit LOW, soit HIGH
}
```

else

```
{
analogWrite(led, variable); // On envoie un courant de valeur comprise entre 0 et 255 (variable amis moins précis qu'en réception !!! 8 bits au lieu de 10) vers la LED branchée sur le pin analogique
pin2tension la LED
}
```

Corrections :Exemple 2 :**int capt=A0;****void setup() {****pinMode(capt,INPUT);****Serial.begin(9600);****}****void loop() {****int sensVal= analogRead(capt);****// conversion de cette valeur en tension****//envoi de la valeur de la tension lue vers l'ordinateur via la liaison série****Serial.print("Intensité lumineuse = ");****Serial.print(sensVal);****Serial.println(" unité arbitraire entre 0 et 1024");****// délai pour ne prendre des mesures que toutes les demi-secondes****delay(500);****}****d- L'objet complet intégrant informatique, capteur et actionneur.****→→Projet : réaliser un montage éclairant de plus en plus fort en fonction de l'obscurité et qui s'éteint au dessus d'une valeur seuil.(Programme Arduino ET montage électrique!!!)****Projet :****int led=5;****int capt=A0;****int seuil=300;****float valEnvoi=0;****void setup() {****pinMode(led,OUTPUT);****pinMode(capt,INPUT);****Serial.begin(9600);****}****void loop() {****float sensVal= analogRead(capt);****// conversion de cette valeur en tension****valEnvoi=(sensVal/4)-75;// on calcule la valeur d'envoi, on passe de 10bits à 8 et on s'arrange pour déclarer les valeurs pour que ça éclaire progressivement.****if(sensVal >= seuil)****{****analogWrite(led, valEnvoi); // On allume la LED****}****else**

```

{
analogWrite(led, 0); // On éteint la LED
}
//envoi de la valeur de la tension lue vers l'ordinateur via la liaison série
Serial.print("Intensité lumineuse = ");
Serial.print(sensVal);
Serial.println(" unité arbitraire entre 0(éclairage max) et 1024(nuit totale)");
Serial.print("Intensité lumineuse = ");
Serial.println(valEnvoi);

// délai pour ne prendre des mesures que toutes les demi-secondes
delay(500);
}

```

Prévoir ici une démo Arduino avec les radars de distances ultrasons.. en mettre une paire sur l'Arduino et afficher les résultats avec un élève qui bouge.... Écarter les capteurs pour avoir une précision accrue.

Rq programme :

Identifier les évolutions apportées par les algorithmes au contrôle des freins et du moteur d'une automobile, ou à l'assistance au pédalage d'un vélo électrique. - Réaliser une IHM pouvant piloter deux ou trois actionneurs et acquérir les données d'un ou deux capteurs. - Gérer des entrées/sorties à travers les ports utilisés par le système. - Utiliser un tableau de correspondance entre caractères envoyés ou reçus et commandes physiques (exemple : le moteur A est piloté à 50 % de sa vitesse maximale lorsque le robot reçoit la chaîne de caractères « A50 »).