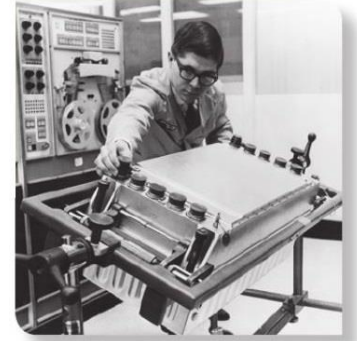


Synthèse : Objets connectés et informatique embarquée



➤ **1947 Les transistors** : Jusqu'à l'invention des transistors en 1947 aux États-Unis, les composants électroniques utilisés par les machines sont volumineux, peu fiables et consomment beaucoup d'énergie. Le transistor permet de miniaturiser les machines. Un smartphone est ainsi beaucoup plus puissant que les ordinateurs de plusieurs tonnes des années 1940.

➤ **1969 Les systèmes informatiques embarqués vers la Lune** : Au cours des années 1960, la miniaturisation fait passer les ordinateurs de la taille d'une pièce de plusieurs m² à celle d'une grosse boîte. Il devient dès lors possible de les embarquer dans des véhicules, tels que la fusée Saturne V et le module lunaire qui emmènent des astronautes pour la première fois sur la Lune en 1969 lors de la mission américaine Apollo. Par la suite, l'informatique embarquée ne cesse de se répandre : en 1984, l'Airbus A320 est le premier avion équipé de commandes électriques et en 1998 la ligne 14 du métro parisien est la première à être automatisée.



➤ **1971 Les premiers processeurs** : Un processeur est un circuit électronique contenant de nombreux transistors et réalisant des calculs. Lorsqu'on le miniaturise, on parle de microprocesseur. Le premier mis sur le marché est le C4004 de la société américaine Intel en 1971. Il contient 2 300 transistors et est utilisé dans des calculatrices et des flippers. Aujourd'hui, un processeur de smartphone contient plusieurs milliards de transistors.

➤ **1982 Les premiers objets connectés** : Le premier objet connecté est un distributeur de Coca-Cola installé en 1982 aux États-Unis, dans l'université Carnegie Mellon. Un capteur, que les étudiants en informatique ont placé dans le distributeur, leur permet de savoir si le distributeur est plein ou non et si les canettes sont fraîches ! Il leur suffit pour cela de consulter ces données depuis un ordinateur connecté au distributeur via Arpanet. Aujourd'hui, de plus en plus d'objets sont connectés des smartphones aux montres en passant par les téléviseurs, les réfrigérateurs et même les brosses à dents !



➤ **1999 L'«Internet des objets»** : L'expression « Internet des objets » (Internet Of Things) est inventée en 1999 par l'entrepreneur britannique Kevin Ashton. Elle désigne l'ensemble des objets pouvant se connecter à Internet pour échanger des informations, communiquer entre eux ou interagir avec leurs utilisateurs. Mais, il faut voir plus grand ! Il existe désormais des réseaux urbains connectés, tels que ceux de l'électricité qui permettent de scruter la consommation d'énergie. Le futur verra probablement des villes connectées dont les objets et les réseaux seront interconnectés pour leur permettre de réagir aux désirs et comportements de leurs habitants mais aussi pour enregistrer leurs données. C'est déjà le cas des smartphones qui nous géolocalisent et peuvent nous proposer des services à proximité de notre position. On estime qu'en 2020, environ 50 milliards d'objets devraient être connectés.

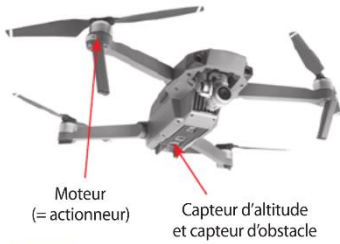


➤ **2007 Le smartphone** : Le premier smartphone est conçu en 1992 sous le nom d'IBM Simon : c'est le premier mobile tactile qui combine plusieurs fonctions comme un service de messagerie, de fax, un assistant personnel et même un traitement de texte rudimentaire. Une rupture technologique survient en 2007 lorsqu'Apple lance l'iPhone et son écran tactile multipoint capable de prendre en compte la position simultanée de plusieurs doigts pour, par exemple, agrandir une photo.



REPERES HISTORIQUES

Les systèmes informatiques embarqués



DOC 1 Un drone programmable



DOC 2 Une carte programmable



DOC 3 Un capteur : l'altimètre



DOC 4 Un actionneur : la DEL

1. L'INFORMATIQUE EMBARQUEE

Un système informatique embarqué est un ensemble de composants (cartes programmables, **capteurs** et **actionneurs**) intégrés à un objet (maison, avion, voiture, vélo, robot, drone, enceinte, montre, etc.). Il sert à piloter cet objet à distance ou de manière autonome (Doc 1)

Lorsqu'un système informatique embarqué échange des informations avec un ordinateur, une tablette ou un smartphone, par le biais des protocoles de communication Wi-Fi, **Bluetooth** ou du réseau Internet, on parle alors d'objets connectés.

2. LA CARTE PROGRAMMABLE

Une carte programmable intègre un microprocesseur qui effectue tous les traitements et qui stocke le code du **programme** (Doc 2).

3. LES CAPTEURS ET LES ACTIONNEURS

Les **capteurs** sont des composants qui envoient des informations (entrées) au programme d'un système embarqué. Ils convertissent des grandeurs physiques ou mesures comme l'appui sur un bouton, la distance, la température, la luminosité, les mouvements, l'altitude, la pression atmosphérique, l'accélération, la localisation, etc. en une donnée exploitable dans un programme (Doc 3).

Les **actionneurs** sont des composants qui agissent sur un système pour en modifier son comportement (sorties). Les **actionneurs** transforment les informations reçues du programme pour activer un moteur, un buzzer, un haut-parleur, des DEL, un ventilateur, etc. (Doc 4).

La programmation d'un système informatique embarqué

1. L'ECRITURE D'UN PROGRAMME

Avant d'écrire le programme d'un système informatique embarqué, on peut exprimer le problème à résoudre sous la forme d'un **algorithme** (Doc 5).

Pour programmer un système informatique embarqué, il faut repérer les instructions spécifiques aux

```
1 faire tant que
2     si le bouton a est pressé alors
3     afficher 1
4     sinon
5     afficher 0
```

DOC 5 Algorithme de contrôle d'un bouton-poussoir



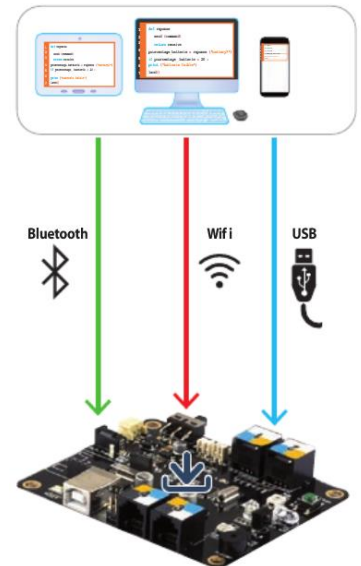
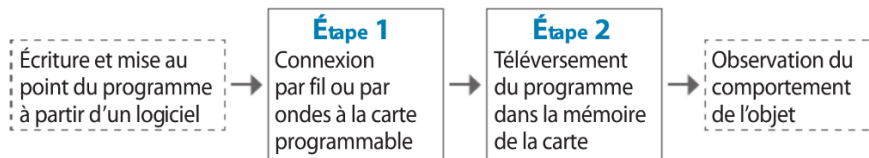
```
1 while True:
2     if button_a.is_pressed:
3         display.show("1")
4     else:
5         display.show("0")
```

DOC 6 Programme Python d'un bouton-poussoir

capteurs et **actionneurs** et écrire le programme à l'aide des structures algorithmiques (variables, instructions conditionnelles, boucles et fonctions) disponibles dans le logiciel de programmation (Doc 6).

2. L'IMPLANTATION D'UN PROGRAMME DANS UNE CARTE PROGRAMMABLE

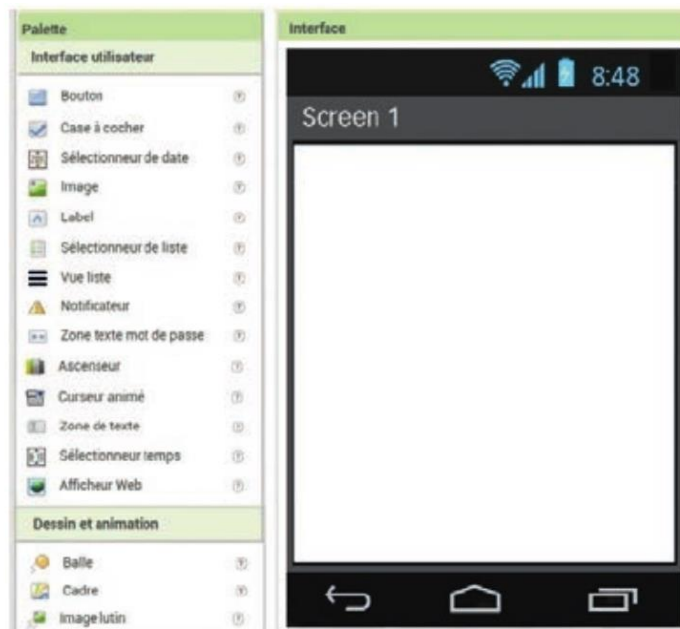
Pour exécuter et tester un programme d'un **système informatique embarqué**, il faut l'implanter dans la carte programmable. Pour cela, on utilise les fonctions de connexion et de **téléversement** du logiciel fournies avec la carte programmable. Le téléversement peut se faire à l'aide d'un câble USB ou par ondes (**Bluetooth**, **Wifi**) (Doc 7).



DOC 7 Implantation d'un programme dans une carte programmable

L'interface homme-machine IHM

Une **interface IHM** est un dispositif (écran, boîtier, manette, commande vocale...) qui fait le lien entre l'utilisateur et la machine. Pour concevoir l'application qui pilote un objet connecté, on utilise un logiciel qui permet de dessiner les éléments graphiques de l'interface et de leur associer un programme (Doc 8).



DOC 8 La réalisation d'une interface

VOCABULAIRE

Actionneur :

Composant qui agit sur le système informatique embarqué en modifiant son comportement.

Algorithme :

Suite d'instructions qui permet de résoudre un problème ou de définir le comportement d'un système.

Bluetooth :

Protocole de communication sans fil moins puissant que le Wifi qui relie par ondes radio un objet avec un smartphone ou une tablette.

Capteur :

Composant qui envoie une donnée que le programme du système informatique embarqué exploite.

Interface IHM :

Dispositif (écran, boîtier, manette, assistance vocale...) Qui fait le lien entre l'utilisateur et la machine (IHM).

Objet connecté :

Objet qui peut envoyer ou recevoir des données.

Programme :

Suite d'instructions d'un logiciel de programmation.

Système informatique embarqué :

Ensemble de composants programmables intégrés à un objet.

Téléversement :

Procédure de transfert d'un programme vers une carte programmable ou un objet connecté.

Wifi :

Protocole de communication sans fil qui relie par ondes radio plusieurs objets au sein d'un réseau informatique.