

CHAPITRE II: LA DOMOTIQUE

La domotique est le domaine technologique qui traite l'automatisation du domicile. Elle consiste à mettre en place des réseaux reliant différents type d'équipements dans la maison. Ainsi, elle regroupe tout un ensemble de services permettant l'intégration des technologies modernes dans la maison afin d'automatiser les tâches en les programmant ou les coordonnant entre elles. Dans ce chapitre nous aborderons dans un premier temps les intérêts, ensuite le mode de fonctionnement d'un système domotique et pour finaliser on parlera de l'interface homme-machine.

II - 1 INTERETS

Avoir une maison intelligente présente beaucoup d'intérêts.

II - 1 - 1 Le confort

L'homme veut toujours la facilité. De ce fait, certaines fonctions dans notre habitation peuvent être amélioré ou automatisé pour avoir un confort.

a- **Programmations des activités quotidiennes**

De l'émetteur radio par un télécommande infrarouge, un téléphone, une horloge ou même un détecteur sont les différents dispositifs de commande pouvant agir sur les appareils domotique et un même détecteur peut engendrer des actions différentes, par exemple : commander un éclairage à partir d'une télécommande tout en conservant les fonctions de l'interrupteur mural. Un détecteur de présence peut donner l'alarme en cas d'absence de l'occupant mais allumera la lumière dans l'autre cas.

b- Automatisation des tâches ménagères

Nombreuses sont les applications qu'on peut intégrer dans le système maison intelligent. Certaines actions peuvent être programmées. On peut par exemple programmer la préparation du café à la même heure tous les matins ou même programmé des séquences de tâches selon notre besoin et insérer dans le système. On peut également citer tous les équipements électroménagers : tondeuse à gazon automatique, aspirateur qui détecte la saleté, ouverture et fermeture de portes de garages.

II - 1 - 2 La sécurité

La sécurité est aussi avant tout un point recherché. Quand on quitte son domicile on souhaite qu'elle reste surveillée et grâce aux technologies qui sont devenues grand publique c'est maintenant à notre disposition. On cherche à éviter les intrusions, les tentatives de violations, intempéries (même légères). On a également d'autres types de problèmes : incendie, inondation, fuite de gaz etc.

La domotique peut proposer un panel très large de détecteurs et de capteurs : des mouvements, des inondations, de bris de verre, des vibrations, d'ouverture de porte et fenêtre, de fumée / feu, d'humidité / inondation, de pluie, le vent, la tempête.

Une autre forme de sécurité de la maison est le fait d'être capable d'agir sur sa maison à distance. Il va ainsi être possible de bloquer ou libérer les serrures à distance. Ici encore, on peut être alerté en cas de détection de problèmes.

II - 1 - 3 La gestion de l'énergie

Gérer l'énergie domiciliaire est une des préoccupations de notre société actuelle, vue l'augmentation des coûts de l'énergie. La domotique est une technologie qui apporte à la gestion de l'énergie les outils qui lui manquaient.

En effet, La domotique peut offrir la réduction des consommations énergétiques des bâtiments en adaptant ces consommations aux modes de vie des occupants et à l'environnement extérieur. Cela comprend la régulation de l'éclairage et du chauffage, le

traitement de l'air, l'optimisation des ouvrants, la programmation horaire, les commandes à distance, les interrupteurs automatiques pour l'éclairage d'un escalier ou d'un couloir, l'ouverture ou la fermeture d'un volet selon l'ensoleillement etc.

C'est grâce à cette technologie et à la programmation qu'on peut gérer de façon optimisée l'énergie électrique, par le pilotage des différents appareils de la maison.

II - 1 - 4 La communication à distance

Un système domotique permet la communication non seulement à l'intérieur de la maison, mais aussi à l'extérieur. Il n'est pas obligatoire d'être à la maison pour commander les appareils domotique car il suffit d'exploiter les réseaux comme internet par exemple. Grâce à la centrale domotique connecté à internet on peut recevoir l'état de son installation et d'émettre des alertes et piloter sa maison de n'importe quel endroit du monde, de son bureau ou de sa voiture.

II - 2 MODE DE FONCTIONNEMENT

II - 2 - 1 Architecture

Le fonctionnement d'un système domotique repose sur la séparation des circuits de commande et de puissance. Le circuit de puissance distribue l'énergie tandis que le circuit de commande véhicule les informations transmises par bouton poussoir, télécommande ou dalle tactile. La programmation au niveau du tableau électrique suffit alors pour établir les liens entre les organes de commandes et les récepteurs d'ordre. On peut ainsi configurer l'ensemble de l'installation électrique. La figure 2.1 montre le schéma synoptique de la domotique.

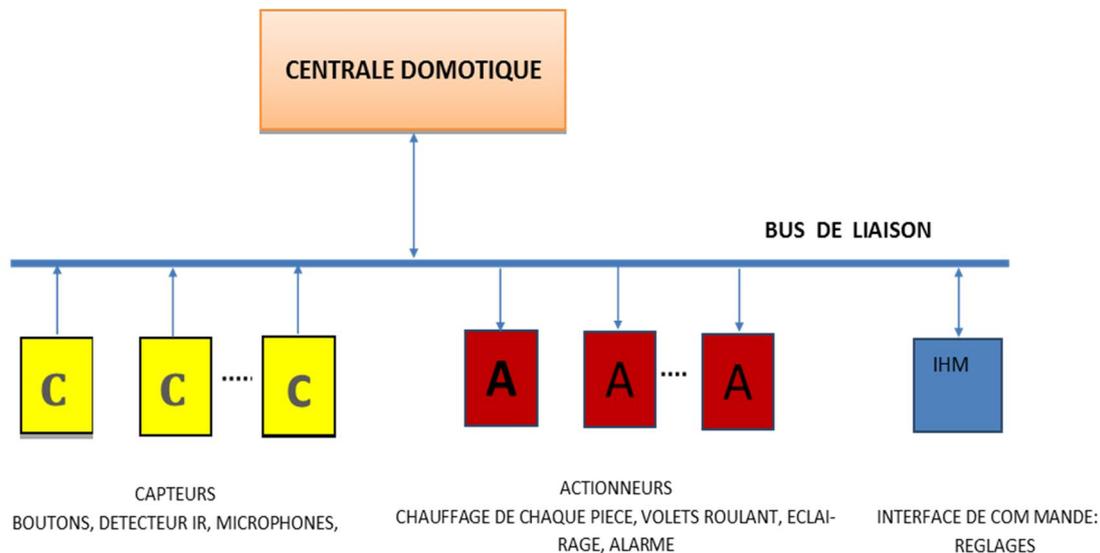


Figure 2. 1 : Schéma synoptique de la domotique [7].

II - 2 - 2 Les actionneurs et les capteurs

Ce sont les composants qui reçoivent les messages (instructions) et qui, en fonction de ces messages entreprennent ou non une action. Les capteurs font en sorte qu'un ou plusieurs actionneurs reçoivent l'instruction. Ces composants communiquent via un 'bus': les capteurs placent l'information sur le bus et transmettent ainsi leurs instructions aux actionneurs. C'est la programmation qui détermine quel actionneur doit entrer en action. Il existe plusieurs types de capteur et d'actionneur qu'on peut utiliser en domotique.

Le fonctionnement de la domotique repose sur la communication entre plusieurs appareils électriques. Pour assurer cette communication et obtenir les effets souhaités, il faut prendre en considération l'automatisme, le système de programmation domotique, les appareils domotiques, le réseau servant de communication entre ces appareils et la centrale domotique, les capteurs, et de l'interface homme machine.

II - 2 - 3 La centrale domotique

La centrale domotique (ou box domotique) est un appareil électronique reliant différents capteurs, détecteurs et appareils installés dans une maison avec le réseau internet. Elle constitue le cerveau de l'installation domotique, indispensable au fonctionnement de tout l'ensemble d'équipement. Elle est ainsi en mesure de gérer, piloter et de contrôler seule la totalité des appareils domestiques ou plutôt la totalité des modules reliés à l'installation.

a- Architecture /Structure

La centrale domotique, est un boîtier relié à l'alimentation électrique qui traite les informations en provenance de différents capteurs installés à son domicile. Elle possède une batterie de secours qui lui permet d'être opérationnelle même en cas de coupure du courant. Son activation et son appairage avec les différents accessoires requiert une étape de validation. Une fois connectée au box ADSL, elle se synchronise avec différents accessoires. Cette étape s'effectue via une interface accessible depuis un navigateur web ou une application mobile. L'utilisateur peut ensuite configurer son box domotique via cette interface web/mobile [8].

De cette manière, il est possible de piloter les équipements d'une maison à distance, à l'aide de l'interface d'un logiciel installé sur un ordinateur ou un téléphone mobile c'est-à-dire pilotée/paramétrée via un navigateur web ou une application mobile. En plus du pilotage en direct et à distance, le box permet de programmer et automatiser des tâches quotidiennes ou répétitives ainsi que de paramétrer des scénarios à suivre selon le déclenchement de certains évènements [9].

b- Mode de fonctionnement

La centrale domotique possède deux modes de fonctionnement complémentaires.

i. Le mode automatique

Dans le mode de fonctionnement automatique, les appareils domestiques sont entièrement automatisés. Ce mode de fonctionnement est entièrement paramétrable. Ainsi, après la pose d'un nouveau module, il est nécessaire de « programmer » son fonctionnement.

ii. Le mode "imprévu"

Il existe bien des imprévus dans la vie quotidienne. Ainsi, il faut s'assurer qu'on peut toujours intervenir directement sur le fonctionnement des appareils domestiques. Mieux, la centrale de commande est capable de réagir à des situations imprévues.

Pour permettre à la centrale de contrôler les appareils domestiques reliés à l'installation, un module de transmission est indispensable.

II - 2 - 4 Modules de transmission

Le module de transmission regroupe tous les moyens permettant d'assurer les communications entre les différents intervenants.

a- Les émetteurs

La centrale communique avec les modules récepteurs par l'intermédiaire d'une interface directement reliée entre l'ordinateur et le réseau électrique de la maison, qui utilise un protocole domotique comme X10, EIB/KNX, etc. Or, contrairement à ce que l'on pense en générale, il n'est pas nécessaire de laisser l'ordinateur allumé en permanence car l'installation domotique peut fonctionner même s'il est éteint. Ceci est possible grâce à l'utilisation de module émetteur.

i. Principe de fonctionnement et architecture

La centrale envoie, une fois pour toute, les commandes et l'heure à laquelle effectuer ces commandes au module émetteur. Ensuite, même si la centrale est éteinte, le module émetteur continue d'envoyer les commandes aux différents modules récepteurs installés dans

la maison. Il existe un autre type de modules émetteurs qui sont, eux, destinés à la gestion du fonctionnement en mode « imprévu ».

ii. Classification

On peut citer les différents types d'émetteur dont la liste n'est pas exhaustive :

Tableau I : Classification des émetteurs.

TYPES D'EMETEURS	UTILISATION
Emetteurs à infrarouge	Pour une utilisation dans un périmètre limité à une pièce.
Radio ou Emetteur RF	Utilisé à l'échelle de l'ensemble du système domotique
Interrupteurs	Pour l'éclairage par exemple, ou un simple bouton pour arrêter tout le système.
Passerelles web	Pour relier deux réseaux informatiques de type différents (ex : un réseau local et un réseau Internet)

Tous ces éléments permettent d'envoyer des ordres selon les besoins de l'utilisateur. Il est aussi possible d'envoyer plusieurs ordres en même temps, on appelle cela des scénarios domotique.

b- Les récepteurs

Un récepteur est un dispositif capable de transformer de l'énergie électrique qu'il reçoit en une autre forme d'énergie [10].

i. Principe de fonctionnement et architecture

Que ce soit un système sans fils ou qui fonctionne grâce à un bus de données, les systèmes permettent de faire communiquer les différents éléments dans la maison. Ainsi, chaque élément de votre installation peut recevoir des ordres : les récepteurs, provenant des autres éléments de commande : les émetteurs. Chaque élément pourra donc commander le ou

les éléments de la maison que l'on souhaite. Et ce sont les émetteurs qui exécutent les ordres des signaux de commandes.

ii. Classification

-Les **récepteurs passifs** : Un récepteur est dit passif si toute l'énergie qu'il reçoit est convertie en énergie thermique (Conducteur ohmique).

Grace a un générateur externe, les récepteurs passifs sont soumis à une différence de potentiel et de courant d'intensité I . Il apparait alors une force contre électromotrice ou f.é.m. E' s'opposant au passage du courant débité par le générateur. Les pertes sont, comme pour les générateurs, représentées par la résistance notée r' . Ainsi, la tension U aux bornes du récepteur passif est donnée par la formule suivante:

$$U = V_A - V_B = E' + r'I$$

- Les **récepteurs actifs** : Un récepteur est dit actif s'il convertit une partie de l'énergie électrique qu'il reçoit en une autre forme d'énergie que l'énergie thermique.

Contrairement au récepteur, la tension aux bornes d'un récepteur actif n'est jamais nulle, même lorsqu'il ne passe aucun courant : elle est alors égale à la f.é.m. E . Un dipôle actif fonctionne en récepteur lorsqu'il transforme une puissance électrique en puissance qui peut-être : mécanique, chimique, thermique, électrique, lumineuse, électrique etc. La tension U aux bornes du récepteur actif est reformulée comme suit:

$$U = V_A - V_B = E - r.I$$

c- Lignes de transmission

Le système domotique prend tout son sens dès l'instant où les divers appareils communiquent entre eux. C'est pour cette raison que l'on emploie également la nomination "maison communicante". Ceci est possible grâce à des réseaux de communications et en exploitant des diverses lignes de transmission.

i. Réseau filaire

Le bus filaire est constitué d'une ou plusieurs paires torsadés dont les caractéristiques peuvent varier d'un constructeur à un autre, et permettant la circulation de données à haut débit. C'est plus fiable et plus performante. Une telle installation est facilitée par l'implantation du pré câblage recommandé par la norme C 15-100, une norme française pour les installations électriques en basse tension. La figure 2.2 représente le câblage domotique par réseau filaire.

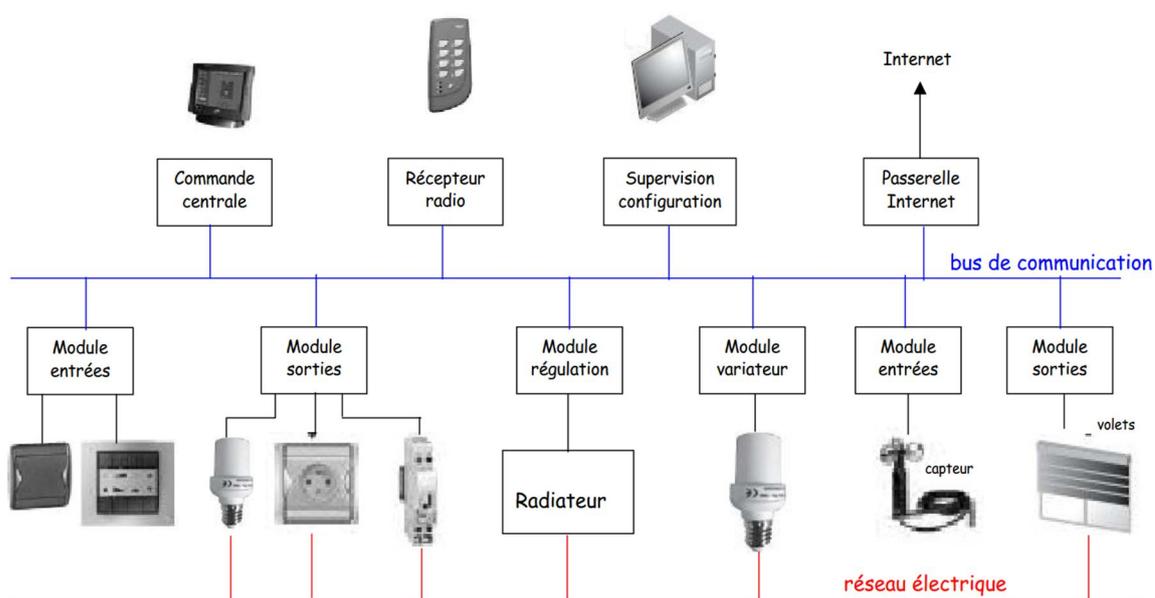


Figure 2. 2 : Exemple de câblage de système domotique par réseau filaire [11].

ii. Communication par onde électromagnétique

Dans cette catégorie de mise en réseau des appareils domotique, on peut parler principalement de deux formes d'onde : la radiofréquence et l'infrarouge.

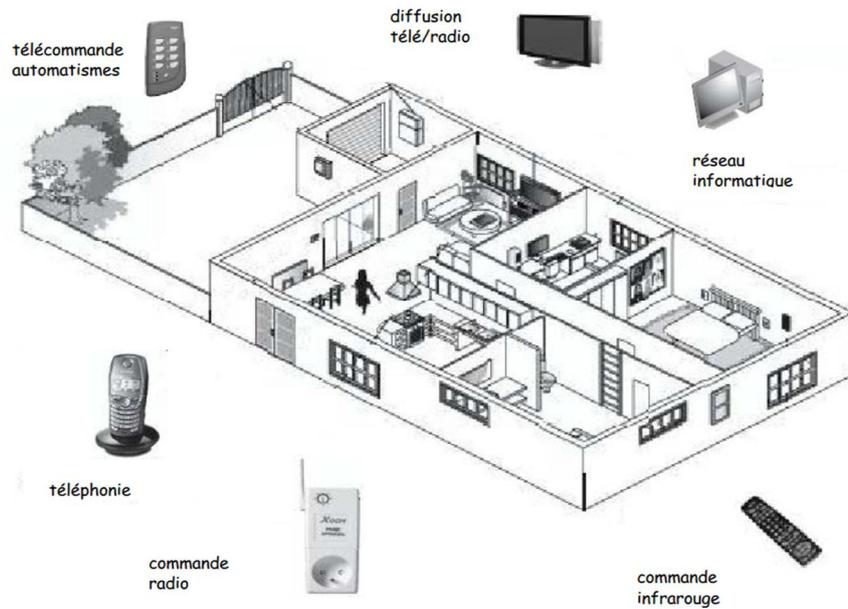


Figure 2. 3 : Système domotique par réseau sans fil [11].

La commande radio est devenue utiliser dans les systèmes domotiques sur bus. Elle est simple à mettre en œuvre mais très sensible aux bruits. Au départ, la fréquence la plus utilisée était 433 MHz pour la commande d'appareillage, autorisée partout avec une puissance assez faible. Rapidement en Europe, la bande des 868 Mhz a été autorisée avec une puissance de rayonnement 5 fois supérieure à la précédente d'une portée qui peut dépasser les 200m. Mais, le protocole de communication utilisé sur cette bande de fréquence est lent et unidirectionnel. L'arrivé de protocole radio ZigBee sur une bande de fréquence de 2,4 GHz (équivalente au Bluetooth), a élargi les possibilités de la communication par radio tout en réduisant son rayonnement. L'appareillage associé devient plus performant en termes de consommation et en termes de communication puisque le dialogue devient bidirectionnel à l'instar du bus et le retour d'état est visualisé.

L'infra-rouge est une technologie souvent employé dans les applications audio-visuelle. Il est recommandé par quelques fabricants de système domotique qui souhaitent offrir la possibilité aux utilisateurs de gérer par l'intermédiaire d'une seule télécommande les appareils audio-visuels et les récepteurs IR. Ces derniers sont souvent installés pour piloter l'éclairage, les volets ou un écran.

iii. Courants porteurs en lignes ou CPL

La technologie du courant porteur est équivalente à celle employée en téléphonie avec l'ADSL. Elle consiste à superposer au courant électrique de la maison 50 Hz un signal à haute fréquence et de faible énergie. Les câbles de la source 220 V peuvent ainsi véhiculer de l'information à des débits très importants.

CPL se réfère à une technique permettant le transfert d'informations numériques en passant par les lignes électriques dont on détaillera cette information dans Annexe 1. De ce fait, il s'agit d'une alternative aux traditionnels câbles et à la technique Wi-Fi.

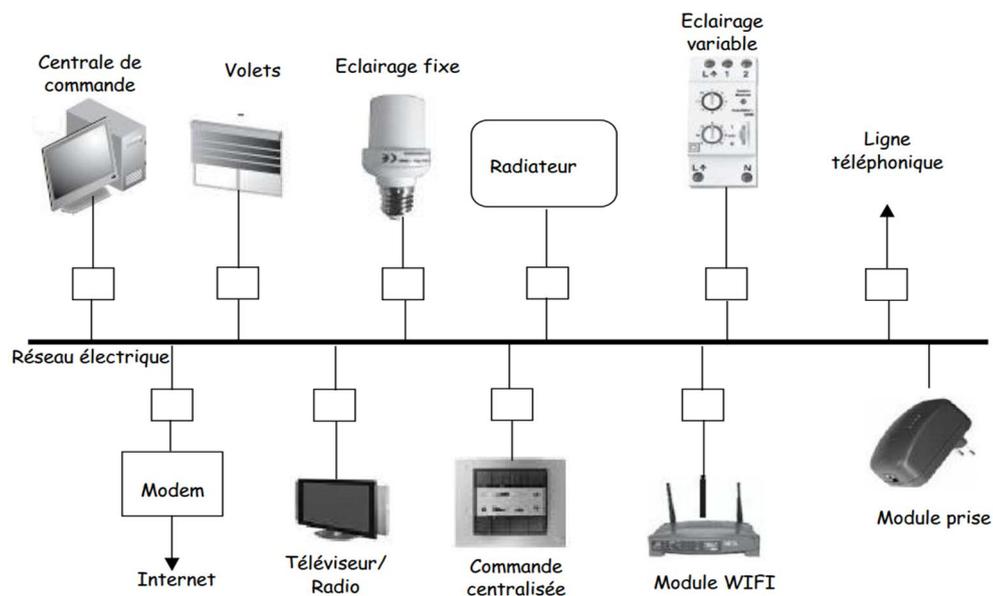


Figure 2. 4 : Exemple de câblage de système domotique par réseau CPL [11].

Le principe est d'avoir des émetteurs et des récepteurs connectés au réseau électrique communiquant entre eux comme le montre le schéma ci-dessous.



Figure 2. 5 : Protocole X10 [12].

En utilisant au moins 2 modules CPL (Emetteur-Récepteur) dont l'un modulera le signal et l'autre le démodulera, on peut commander les appareils domotiques. Le pilotage se fait via l'Interface Homme – Machine, comme le montre la figure 2.6 suivante.

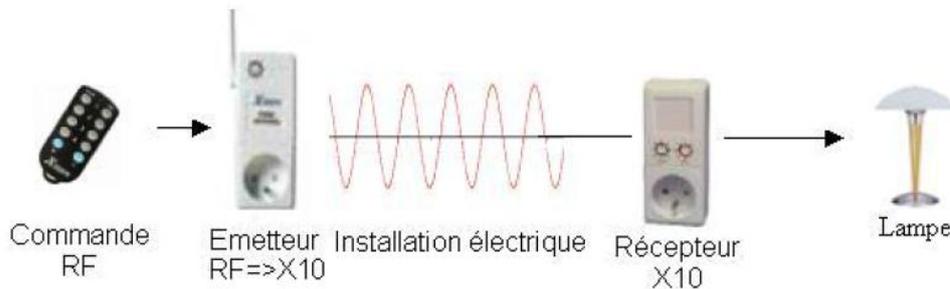


Figure 2. 6 : Mode de transmission des informations par le protocole X10 du CPL [13].

iv. Normalisation

Concernant les normes d'installation des réseaux de transmission, Elle prend en compte les évolutions des technologies et techniques ainsi que les termes de sécurité.

Le tableau II suivant illustre les différentes normalisations:

Tableau II : Normalisation d'installation des lignes de transmission.

NORMES	SPECIFICATIONS
Norme NF C 15-100	installation électrique à basse tension
UTE C90-483-1 et 2	câblage résidentiel des réseaux de communication sur paires symétriques et câble coaxial
UTE C93-531	câbles à paires symétriques pour transmissions hautes fréquences
EN 50173	systèmes génériques de câblage
UTE C90-125	spécifications techniques d'ensembles applicables aux réseaux de distribution par câble pour signaux de télévision, de radiodiffusion et de services interactifs
EN 50-174-2	installations de câblage (planification et pratiques d'installation à l'intérieur des bâtiments).

II - 3 INTERFACE HOME MACHINE :

L'*interface domotique* permet de paramétrer en temps réel les réglages de fonctionnement des appareils électriques de l'habitat, en fonction de nos habitudes et de notre rythme de vie. Nous pouvons choisir une interface de gestion différente : une télécommande domotique; un écran de contrôle tactile; un ordinateur ou une tablette; un Smartphone ou même directement sur Internet [14].

II - 3 - 1 Principe de fonctionnement:

L'interface est l'ensemble des dispositifs matériels et logiciels qui permettent à une personne de commander, contrôler, superviser un système interactif. C'est aussi un langage d'entrée/sortie et de gestion de l'interaction. Une fois le système interactif doté d'une interface est mis face à une personne humaine, les dépendances entre ses sorties et entrées sont imprédictibles. L'IHM est donc un moyen de communication entre l'homme est la

machine. En général, pour sa mise en œuvre on utilise des moyens informatiques. La figure 2.7 représente le schéma de principe d'une interaction homme-machine.

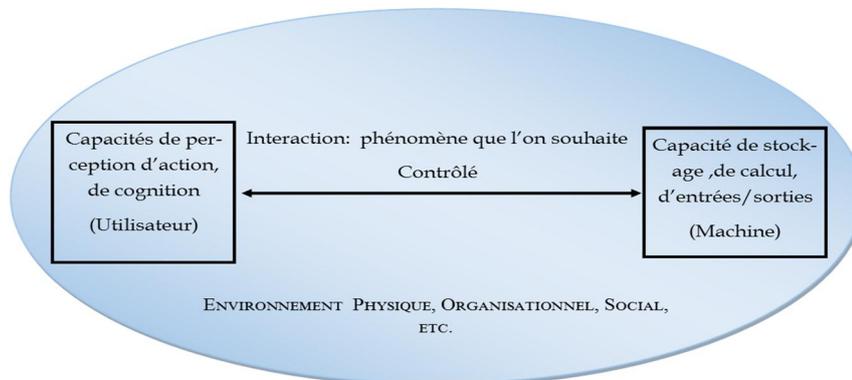


Figure 2. 7 : Schéma de principe Interaction Homme-Machine.

II - 3 - 2 Ergonomie de l'interface de contrôle

L'ergonomie permet de faciliter l'intercompréhension entre utilisateurs et concepteurs. Elle vise à adapter les postes de travail à la caractéristique physiologique et psychologique de la personne. L'ergonomie logicielle et matérielle vise à adapter les logiciels/objets à l'utilisateur pour diminuer les erreurs, le temps d'apprentissage rendre le logiciel/l'objet le plus facilement utilisable.

Ses objectifs sont centrés sur les personnes à savoir la santé, la sécurité, le confort, la facilité d'usage, la satisfaction, et le plaisir. L'idée est de concevoir des systèmes qui favorisent le développement de compétences. Ses objectifs sont également centrés sur la performance c'est-à-dire l'efficacité, la productivité, la fiabilité, et la qualité.

II - 3 - 3 Les différents types d'interfaces :

Les interfaces définissent les moyens et outils mise en œuvre pour pouvoir communiquer avec une machine. Dans ces interfaces, l'interaction entre l'homme et les installations domotique se font par: reconnaissance vocale, faciale, digitale pour la sécurité du système. Il peut s'agir aussi des murs tactiles, des badges comme RFID, des mouvements

de la main, et des objets divers. Parmi, le groupe de moyen de commande à distance on distingue : la télécommande domotique, l'écran domotique (PC dédié ou non), le téléphone et la programmation adéquate (application mobile), et le réseau Internet (navigateur web).

La domotique permet de superviser, de coordonner et de programmer les fonctions du bâtiment afin de répondre aux attentes en termes de sécurité, de confort, de flexibilité, de gestion d'énergie et de communication. Elle permet d'automatiser et de contrôler la maison, de programmer et de coordonner des tâches et des services dans l'habitat, de recevoir et de donner de l'information. La domotique coordonne le fonctionnement de différents types d'équipements domestiques via un système intelligent basé sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication. On terminera ce travail par l'étude et conception d'une maquette domotique.