



# La maison connectée

Jean Caelen

# Plan

- Introduction
- Les capteurs
- Les actionneurs
- Les réseaux
- L'internet des objets
- Les usages
  - La gestion technique du bâtiment : chauffage, consommation eau, énergie
  - Le maintien à domicile : les aides technologiques, les services
  - La sécurité, la surveillance, la vie privée
  - Le confort, le bien-être
- Conclusion

# Les capteurs : classification

	Passif	Actif
Classique	Thermomètre mercure	Thermomètre à affichage numérique
Intelligent		Thermomètre à auto-calibration, à lissage

Domaines de mesure physique : mouvement, vitesse, accélération, pression, température, débit, niveau, etc.

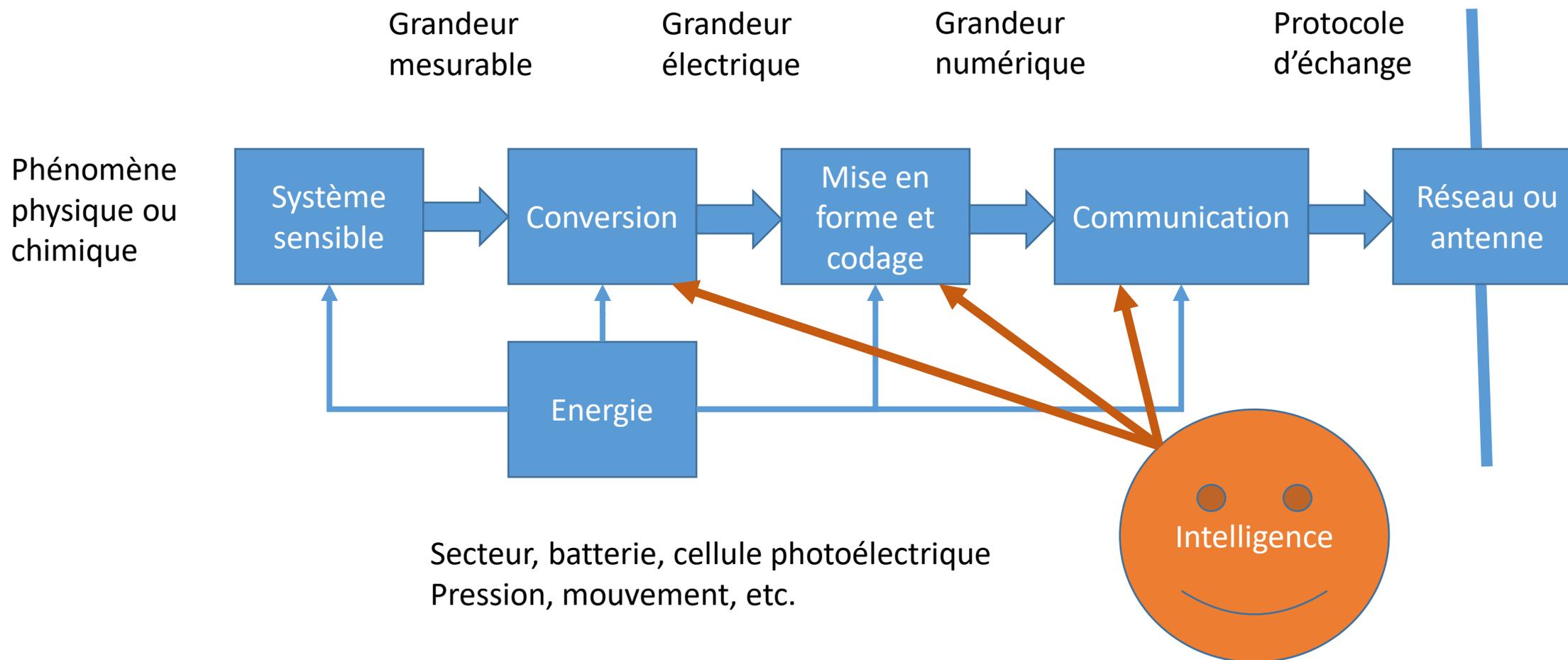
Domaines de mesure magnétique ou optique : champs, lumière, etc.

Domaines de mesure acoustique : bruits, parole, échos, etc.

Domaines de mesure radiatif : rayons X, ondes, micro-ondes, etc.

Domaines de mesure chimique : humidité, gaz, liquides, réactions chimiques, pollution, hormones, sucre, etc.

# Les capteurs, structure interne



# Les capteurs intelligents

- Calibrage du capteur
- Correction des données ou des pannes
- Filtrage des données
- Délivrance des données à la demande
- Réseau de capteurs (redondance, comparaison, décision)

Ex. capteur de pression d'un pneu : ne pas indiquer de surpression si le pneu chauffe simplement (soleil, roulement, etc.) ou de sous-pression en cas de gel...

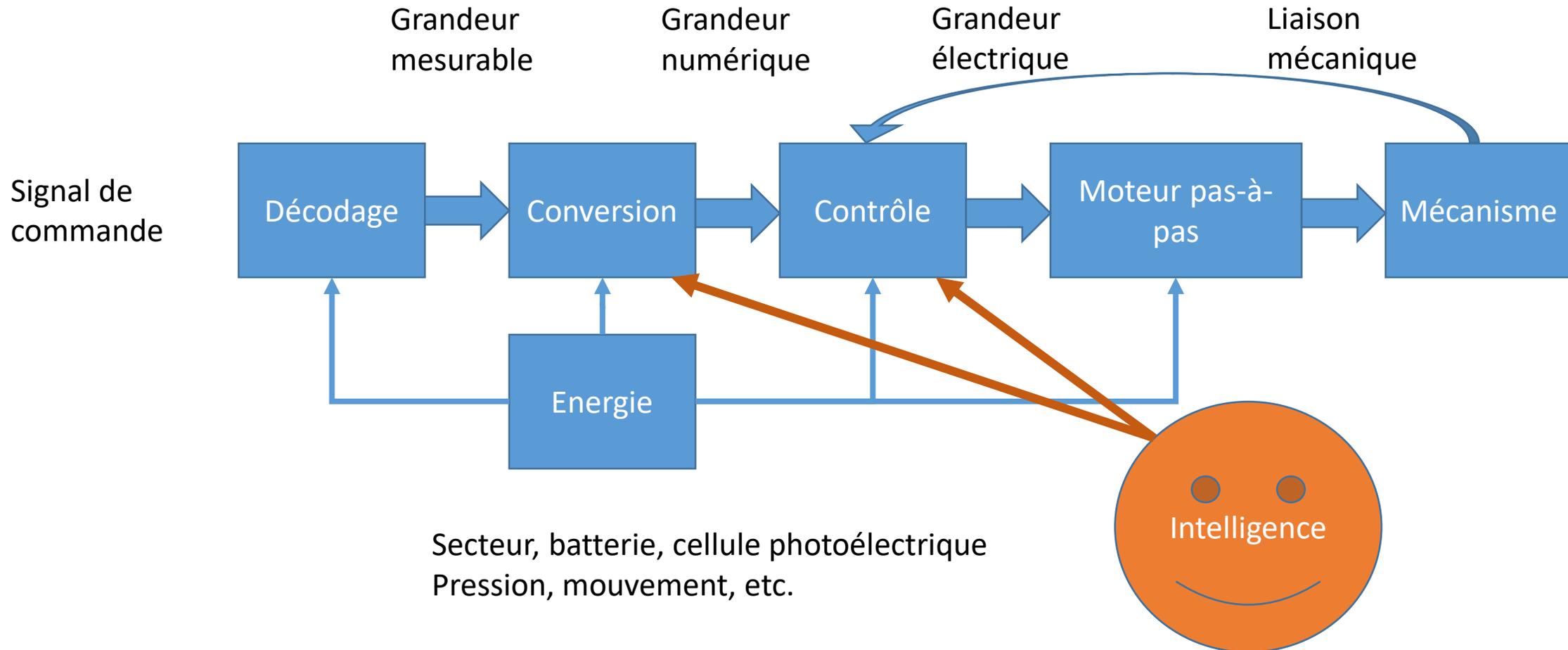
# Quelques exemples pour la maison

- Capteurs d'ouverture de portes, de fenêtres
- Capteurs de mouvement (fixes ou mobiles)
- Capteurs de luminosité
- Capteurs de température
- Capteurs de gaz (CO, CO<sub>2</sub>, etc.), d'incendie
- Capteurs de débit d'eau, de consommation électrique
- Capteurs d'humidité, d'inondation
- Caméra de surveillance, microphone
- Etc.

# Les actionneurs : classification

- Actionneurs (actuateurs)
  - Freins
  - Moteurs, micromoteurs
  - Pistons, vérins hydrauliques ou pneumatiques
  - Magnétiques (interrupteurs électro-aimants, automatismes, etc.)
  - Lumineux (écrans, éclairage, etc.)
  - Sonores (enceintes acoustiques, bippers, etc.)
- Effecteurs
  - Biologiques (substances = activateurs ou inhibiteurs)

# Les actionneurs, structure interne



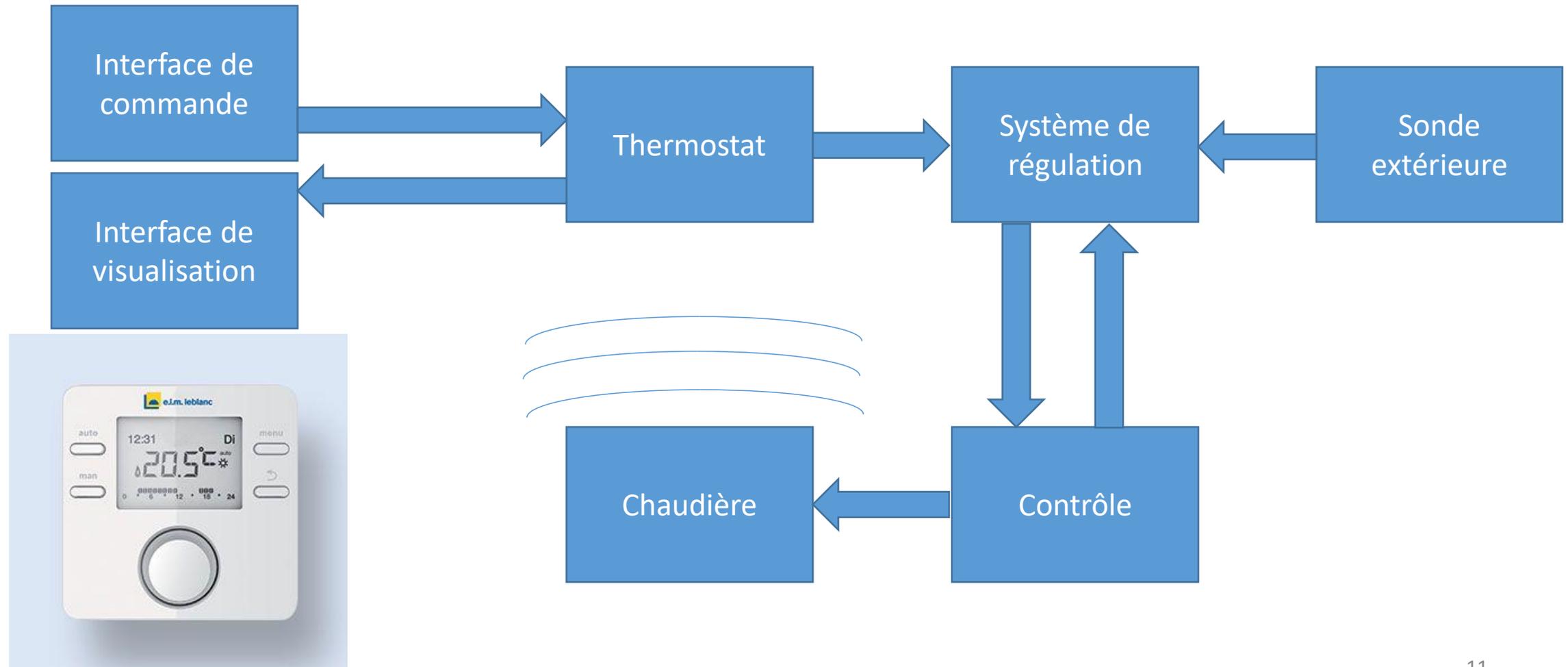
# Quelques exemples pour la maison

- Actionneurs de fermeture de portes, de fenêtres
- Actionneurs de mouvement (lits, fauteuils)
- Contrôle de luminosité
- Régulateurs de température, pilotage de chaudière
- Extinction d'incendie
- Vannes de débit d'eau, délestage électrique, comptage
- Enceintes acoustiques, audio
- Multimedia, TV
- IHM sur PC, tablette, smartphone
- Etc.

# Systeme numerique controle-commande

- **Acquisition des données** : raccordé généralement et essentiellement avec les équipements du terrain (capteur, actionneur), ils permettent de filtrer et conditionner le signal pour assurer la bonne communication entre le régulateur et ces équipements de terrain.
- **Régulation et traitement de donnée** : ce sont les équipements qui assure la fonction de commande de régulation et d'asservissement en utilisant des boucles de régulation ou bien à l'aide d'une logique combinatoire.
- **Systeme de communication** : en utilisant des protocoles de communications et des topologies spécifiques pour assurer la communication entre les différents équipements du système.
- **Surveillance** : ce sont des équipements qui veillent sur le bon fonctionnement de l'ensemble d'équipement du système (alarme système), ainsi que le bon fonctionnement du process (alarme process)
- **Historique** : l'historique des données process, les alarmes système et les alarmes process, les logs...
- **Archivage** : cette fonction assure l'archivage et l'enregistrement des différents données du système dans la base de données du serveur
- **Supervision** : cette fonction permet de superviser le système et afficher l'état instantané de chaque équipement du système.

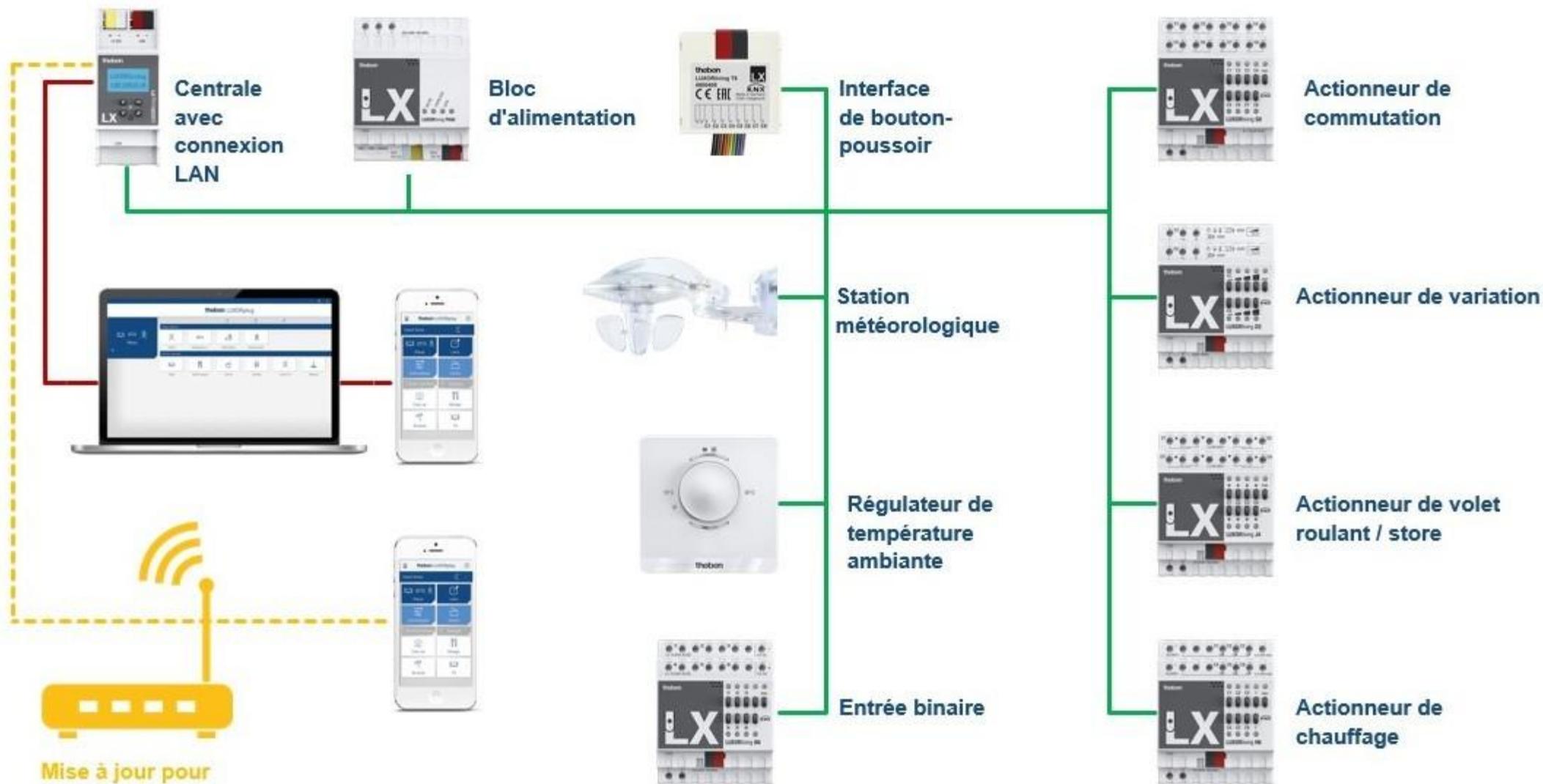
# Un système simple : la régulation du chauffage dans une GTB



# Appareils système

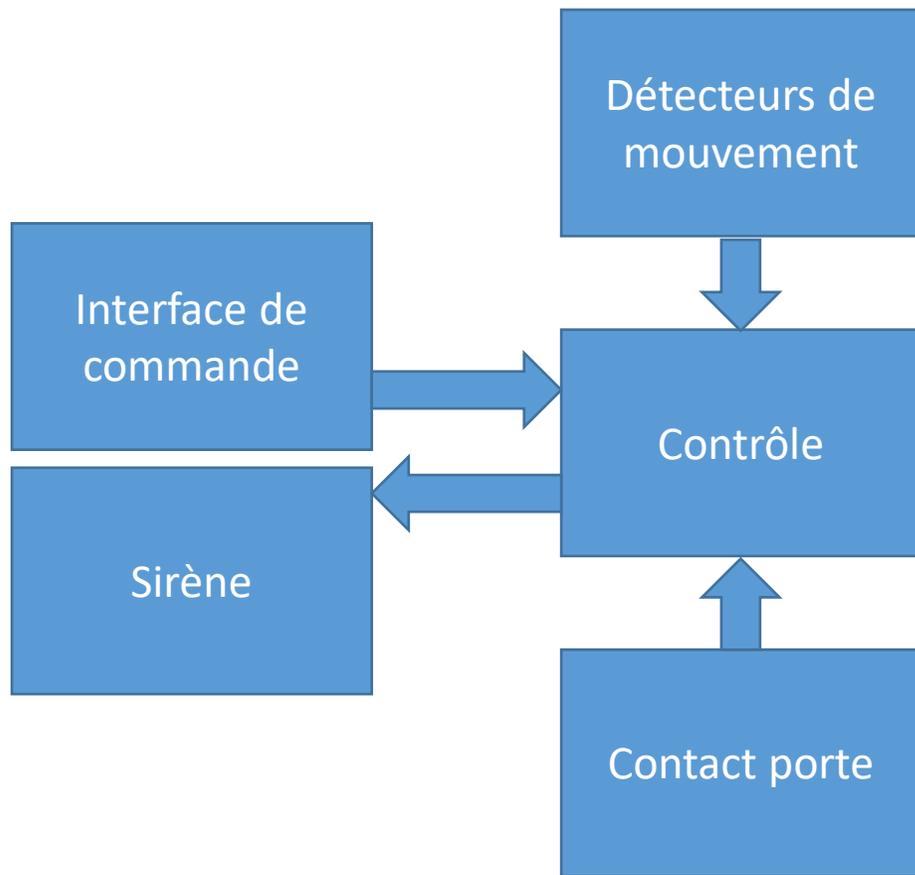
# Capteurs

# Actionneurs



Mise à jour pour  
LUXORliving XXL  
Accès à distance par Internet

# Du détecteur de présence à la télésurveillance



## Du système (automatisme) au service

- Surveillance caméra
- Système d'alarme sans fil
- Télésurveillance 24h/24 – 7j/7
- Interpellation vocale des intrus à distance
- Enregistrement vidéo couleur de l'intrus
- Appel direct à la police en cas d'intrusion confirmée
- Pilotage à distance depuis votre application mobile

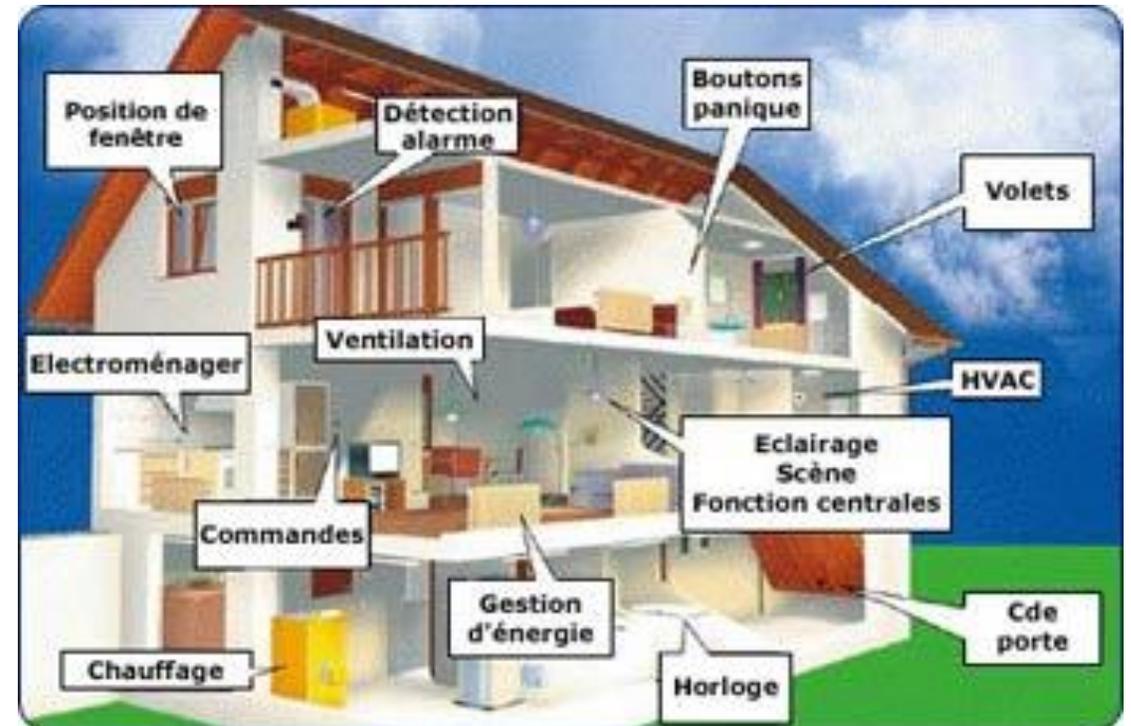
# La domotique : changement de niveau

La **domotique** est une spécialité du bâtiment regroupant les techniques permettant de contrôler, d'automatiser et de programmer l'habitat.

C'est une discipline récente issue de l'application à l'habitat de la programmation informatique.

Les tâches associées à la domotique dans la maison concernent des appareils techniques alimentés électriquement :

- La **programmation** des appareils électriques (éclairage, chauffage, audio-visuel, électroménager...)
- Le contrôle (alarme, contrôle d'accès, température, éclairage, incendie...)



# Réseau et protocole

Le principe de la **domotique** est de programmer et contrôler à distance ou localement le comportement d'appareils que l'on aura intégrés dans un **réseau**.

Le réseau qui peut être câblé ou sans fil est destiné à recevoir et émettre des informations entre les unités de commande et les appareils commandés.

L'information circule dans les deux sens sur le réseau :

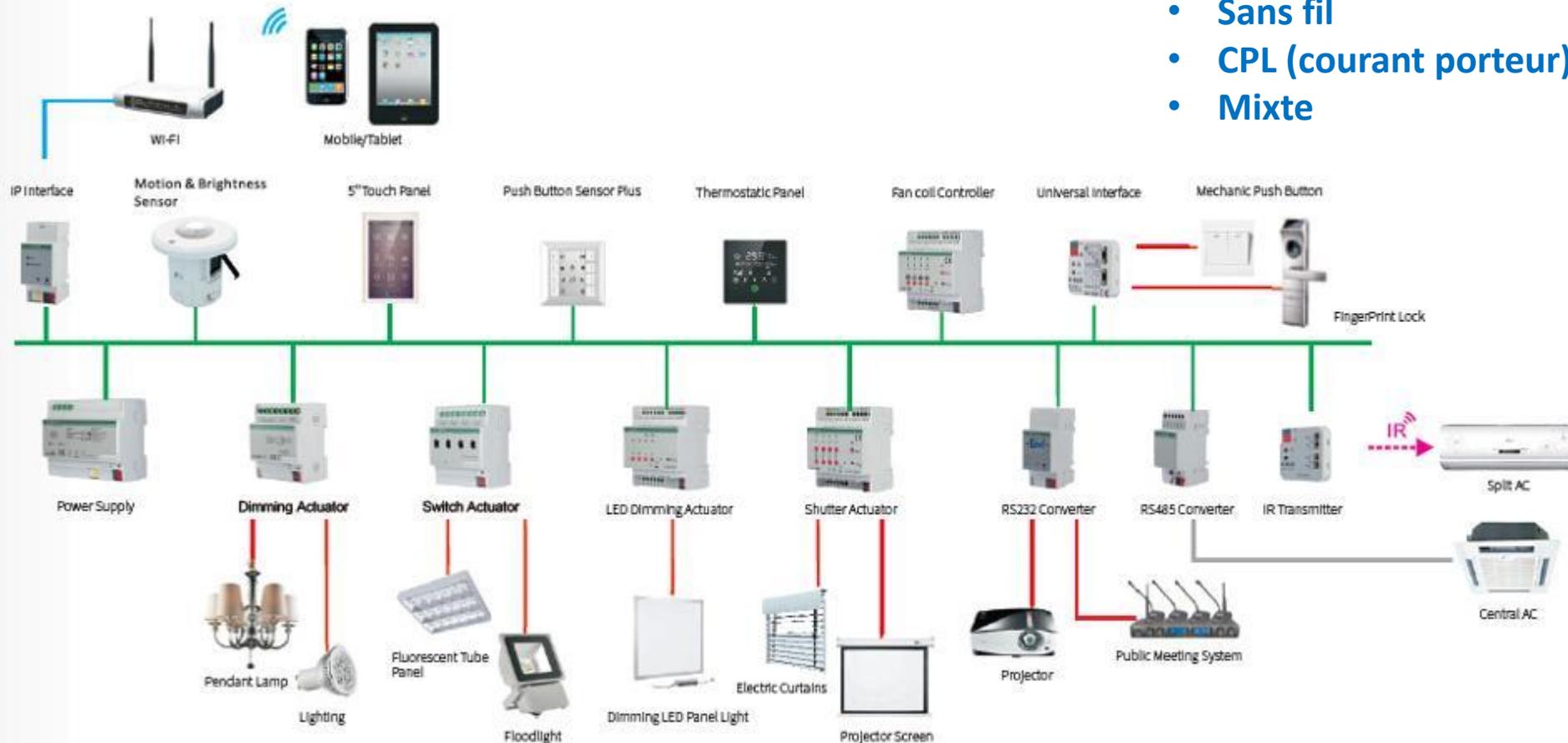
- Une unité de commande envoie des informations aux récepteurs chargés de faire effectuer une tâche précise à des appareils qui eux-mêmes envoient vers la ou les unités de commande des informations concernant leur état,
- Les informations échangées entre les différents appareils sur un réseau domotique communiquent en respectant un langage appelé **protocole**.

Certains réseaux domotiques nécessitent des interfaces appelées **passerelles** chargées de faire communiquer des appareils qui communiquent via des protocoles différents (ce sont en quelque sorte des traducteurs).

# Office Automation Solution

## Réseau :

- Fil
- Sans fil
- CPL (courant porteur)
- Mixte



## Protocole

- Wi-Fi
- Bluetooth
- KNX
- ZigBee
- SigFox
- Z-wave
- LORA
- EnOcean
- Etc.

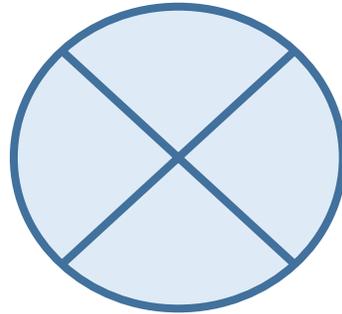
# Usages

## Avantages

- Compatibilité des matériels
- Fiabilité
- Evolutivité

## Craintes

- Confidentialité
- Sécurité
- Impact du sans-fil sur la santé



## Inconvénients

- Faire-faire l'installation
- Coûteux
- Pas de maîtrise de l'installation
- Configuration figée
- Programmation complexe

## Opportunités

- Economies d'énergie, d'eau
- Confort, bien-être
- Art de vivre

# La maison connectée : changement de niveau

Objets connectés

Internet des objets (IoT)

## Mettre les produits au niveau des utilisateurs

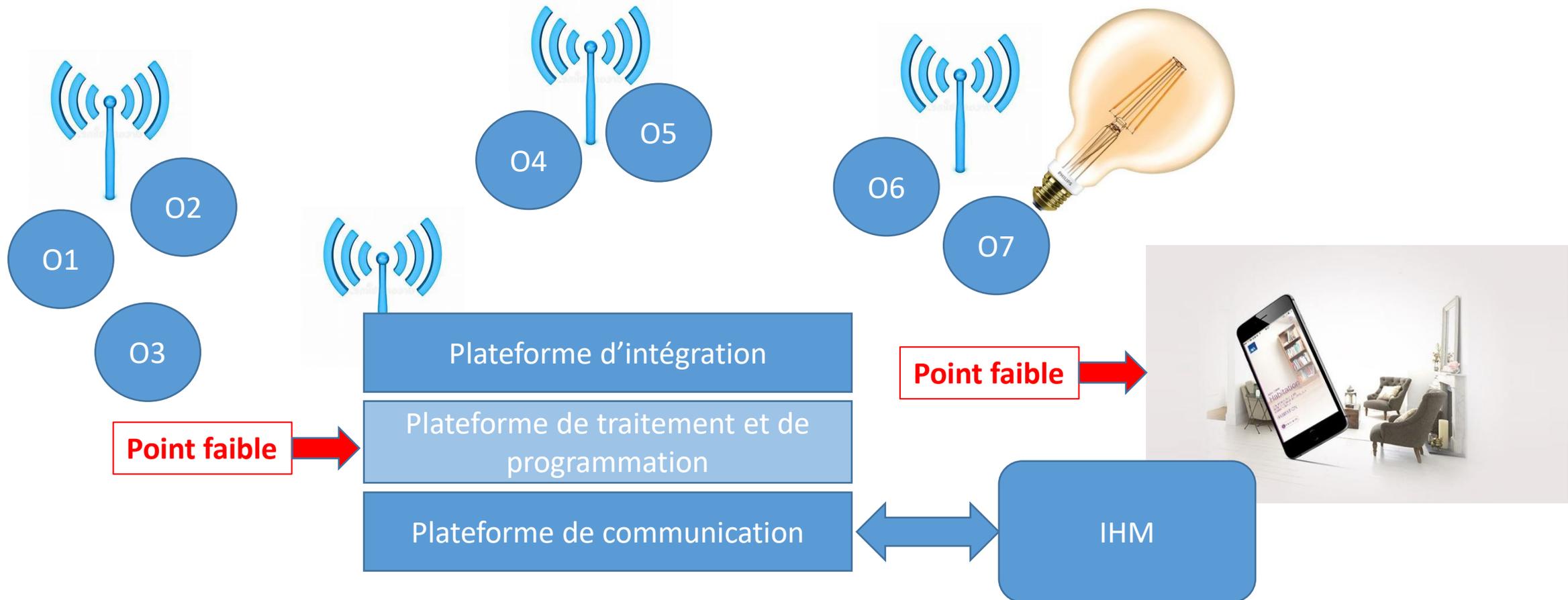
- Sans fil
- Intégrables dans le réseau et installables facilement
- Configurables
- Comportement des appareils plus « intelligents » (mais non programmables)

Définition internationale ([Union internationale des télécommunications](#)) définit l'Internet des objets comme une « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution »

# Infrastructure

Objet = capteur ou actionneur ou système numérique commande-contrôle

Plateforme d'intégration = intègre différents réseaux et protocoles



# L'offre nous dit que la demande est forte...

L'habitat intelligent (et l'internet des objets) se présente à la fois comme l'héritier de la domotique, c'est-à-dire l'automatisation de certaines fonctions du bâtiment, mais aussi comme le lieu d'intégration de technologies venant des mondes de l'énergie, du multimédia, du numérique et des télécommunications/télédiffusion.

*« Il y a des offres de service comme la télésurveillance, l'e-commerce à domicile, le maintien à domicile des personnes âgées, la gestion de l'énergie, les loisirs, l'assistance, etc. Ainsi la « demande » pour disposer d'un bâtiment plus « intelligent » est « forte » : besoin d'économie d'énergie par une meilleure gestion, besoin de confort, facilité d'utiliser l'habitat comme lieu de travail/loisir, etc.), besoin d'accès à des services de soin, d'aide, etc. »*

Qui formule la « demande » ? Le particulier, les collectivités, les annonceurs ?

# La filière du bâtiment est complexe

- Architecte ne maîtrise pas la domotique
- Métiers du bâtiment peuvent être en concurrence sur le secteur de la domotique ou ne pas disposer des installateurs adéquats
- Règlements parfois restrictifs
- Normes inexistantes donc peu de compatibilité entre les systèmes
- Assurances tatillonnes

Exemple : un drone de surveillance pour ma maison est-ce raisonnable ?

# Usages

- Utilité ? Pour quoi faire, pour quel enjeu, pour quel gain ?
- Acceptabilité ? Encombrement, conséquence des travaux d'installation, maintenance, fiabilité, sécurité, confidentialité des données
- Utilisabilité ? Facile à comprendre, facile d'emploi, facile à reconfigurer, peu intrusif
- Prix ? Investissement progressif, consommation, rapport prix/usage

-> **Beaucoup de gadgets**



# Quelques usages

- La gestion technique du bâtiment : chauffage, consommation eau, énergie,
- Le maintien à domicile : les aides technologiques, les services,
- La sécurité, la surveillance, la vie privée,
- La communication, le multimédia,
- Le confort, le bien-être.

# Deux attitudes

- **Faire installer et configurer par une société de service : je n’y connais rien, ça ne m’intéresse pas de savoir comment ça marche, il faut que tout soit automatique. *Je fais tout faire***

*En France. Seuls 3 logements sur 10 possèdent au moins un équipement connecté et même le service le plus «populaire», l’alerte anti-intrusion, ne concerne que 21% des lieux de vie.*

*Ceux qui possèdent de tels équipements en sont satisfaits (à 80% pour ceux qui peuvent piloter à distance leur chauffage ou à 60% pour ceux qui sont alertés d’une inactivité suspecte chez une personne handicapée/âgée), les autres y voient surtout des inconvénients. Et en premier lieu, c’est le **coût** (réel ou perçu) qui est le premier frein à ce genre d’achat : ces produits sont effectivement l’apanage des foyers les plus aisés. Les craintes se doublent d’une certaine **technophobie**.*

- **Faire soi-même : se fournir en kits dans un magasin de bricolage, installer et configurer, maintenir, réparer. *Je fais tout moi-même.***

*La deuxième attitude se heurte au niveau de compétence et au temps nécessaire, mais c’est la tendance adoptée par les constructeurs de matériel et de systèmes sans fil, car la première attitude ne conduit pas à investir. Ces technophiles peuvent entraîner le marché.*

# Test en laboratoire de la 2<sup>ème</sup> attitude

- Amélioration de la vie à domicile
  - Bien-être / confort
  - Economie d'énergies / gestion du bâtiment
  - Réseaux sociaux / coaching
  - Assistance technique (par ex. personnes dépendantes)
- Etudes de technologies adaptées
  - Capteurs / effecteurs (automatismes)
  - Robots (domotiques, compagnons, ludiques...)
  - Interfaces HM avancées (tangibles, augmentées...)
  - Systèmes intelligents

# Cible

- Quels utilisateurs ?
  - Seniors « technophiles » (motivés, compétents, ont le temps et le pouvoir d'achat suffisant)
  - Qui sont concepteurs, développeurs et utilisateurs de leurs propres produits
- Complémentarité/originalité au regard de l'existant
  - Les utilisateurs sont eux-mêmes les créateurs de leur cadre de vie
  - Existence d'un Fablab permettant de réaliser le produit
  - Situation « à domicile » non médicalisée, jeunes seniors



# Objectifs

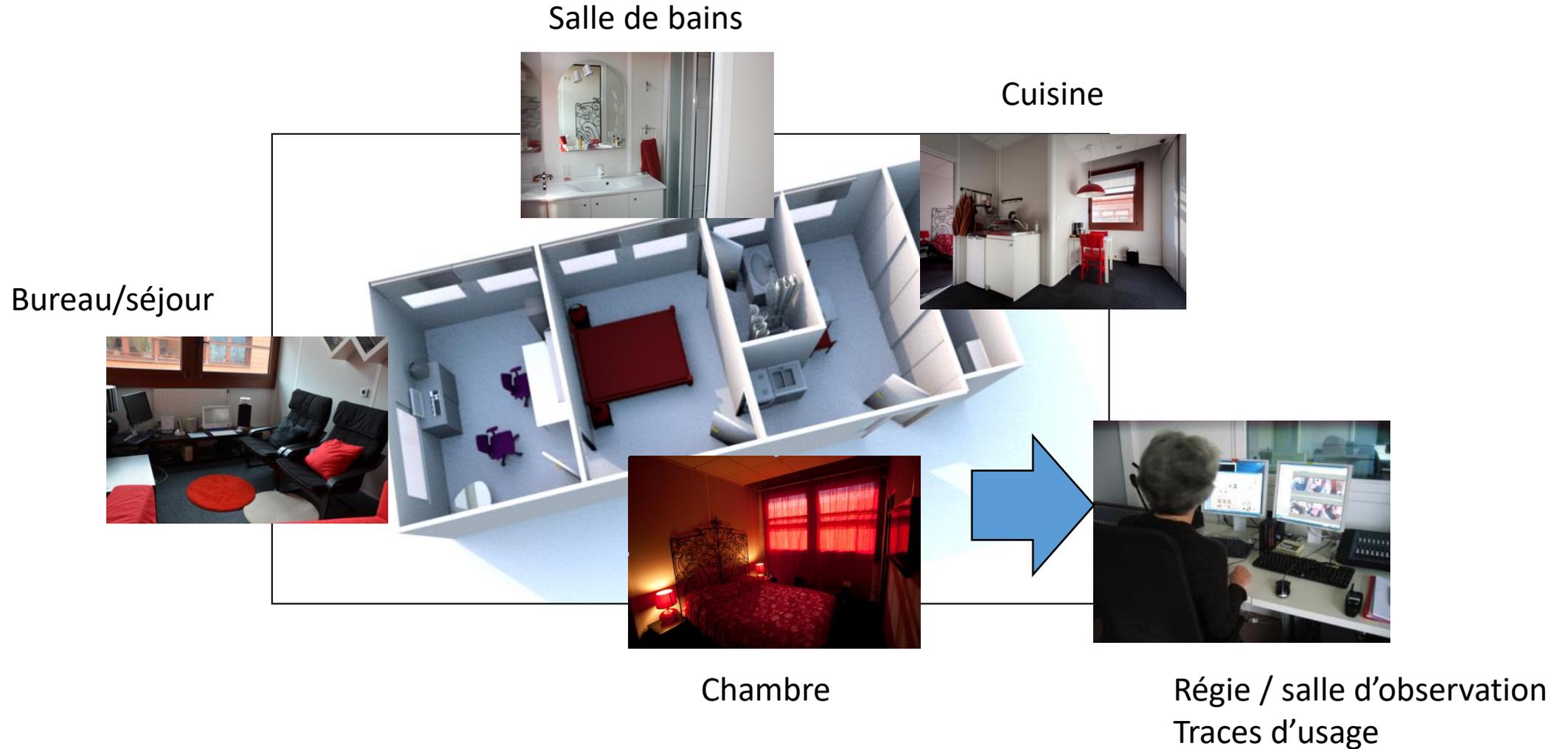
- Étude de besoins des utilisateurs seniors,
- Créativité pour de nouveaux produits/services,
- Evaluation des technologies (en labo) sur les plans :
  - Sociétal (éthique, économique),
  - Humain (usage, ergonomie),
- Retours d'expérience d'usage (en live).



# Procédure

1. Sélection d'un groupe de travail (seniors technophiles) – groupe « in » + groupe « out »,
2. Mise au point participative de scénarios de « vie à domicile » par les deux groupes, en séances de créativité,
3. Evaluation des premières technologies « *push* » *in situ* (venant du Fablab),
4. Création de nouvelles technologies dans le CreativityLab/Fablab par le groupe,
5. Test d'usage en laboratoire,
6. Evaluation en continu dans un cycle « *pull-push* » (des usages à la technologie et inversement),
7. Installation et test d'usage à long terme chez quelques participants.

# Plateforme de test : DOMUS



# La conception

- 1 - En séance de créativité collective (6 personnes)
  - Objectif : améliorer votre cadre de vie,
  - Le concept : créez objet multifonctionnel,
  - Divers objets conçus : pot de fleurs à Led, **DomiCube**, etc.
- 2 - Design = cube et faces
- 3 - Personnalisation avec les ingénieurs du Fablab



# Le DomiCube



DomiCube : 6 faces = 6 fonctions programmables,  
Par exemple : face 1 (logo bleu) = baisser les rideaux  
roulants et allumer, face 2 (logo jaune) = lire les  
infos sur la télé, etc.

# Le développement

- Fait par l'équipe de développement
  - technologie Arduino avec accéléromètre et gyroscope,
  - liaison Bluetooth avec une « box » de commande,
  - interface de configuration sur PC,
- Installation à domicile par l'équipe de développement
- Configuration et programmation par le « client »
  - appairage des dispositifs,
  - programmation du système.

# Grille d'évaluation

## VALIDATION

- Adéquation faces/fonctions = la bonne face enclenche la bonne fonction
- Temps de réponse = suffisamment rapide, estimé à moins de 1s
- Stabilité sur surfaces molles = qui pourraient déclencher le fonctionnement, par exemple si le cube est posé sur le lit,
- Robustesse = durée de fonctionnement sans panne et sans maintenance
- Sécurité = pas de préemption externe possible, pas de fonctionnement erratique

## EVALUATION

1. **Perception** : Reconnaissance tactile des faces = à l'aveugle, Reconnaissance visuelle des icônes = quelle face réalise quelle fonction, lisibilité, compréhension, Design = taille et prise en main, matière, icônes
2. **Cognition** : Mémoire des fonctions/tâches à long terme, Facilité d'apprentissage et d'utilisation, Difficulté de configuration/programmation
3. **Usage** : Quand ? moments de la journée, Comment ? Qui ? Pour qui ? soi, un tiers ? Pour quoi faire ? fonctions les plus/moins utilisées, Détournement des fonctions (par exemple fermer les volets pour avertir de sa présence à l'extérieur)
4. **Valeur économique** : Coût de fabrication/achat, Coût de maintenance, Rapport qualité/prix

# Evaluation en laboratoire

La technologie est bien acceptée puisqu'elle est conçue par l'utilisateur

Avantage du DomiCube pour les seniors : économie des déplacements, centralisation des commandes, bonne perception des fonctions, mobilité de la commande => **gain sur le confort**

## **Je fais moi-même ?**

Trop complexe pour être réalisé soi-même en Fablab

Doit certainement se limiter à la conception fonctionnelle et au design physique

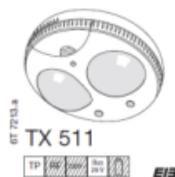
La réalisation doit être faite ailleurs et doit s'intégrer dans une plateforme existante (AppsGate pour le laboratoire)

L'installation et la programmation des objets connectés peuvent être faites par l'utilisateur (si les IHM sont bien conçues)

## **Je programme, j'ajuste, je teste et je valide moi-même**

Il faut disposer d'outils de test et de maintenance, d'un langage de programmation facile à utiliser (type langage naturel) et de routines standard.

# Evaluation à domicile



Capteurs présence, luminosité, sonde température, niveau de CO<sub>2</sub>, hygrométrie, pression, détection ouverture, interrupteurs, lecteurs RFID, micro, caméras

**Des éléments du commerce et le DomiCube. Programmation à travers une tablette ou un PC**

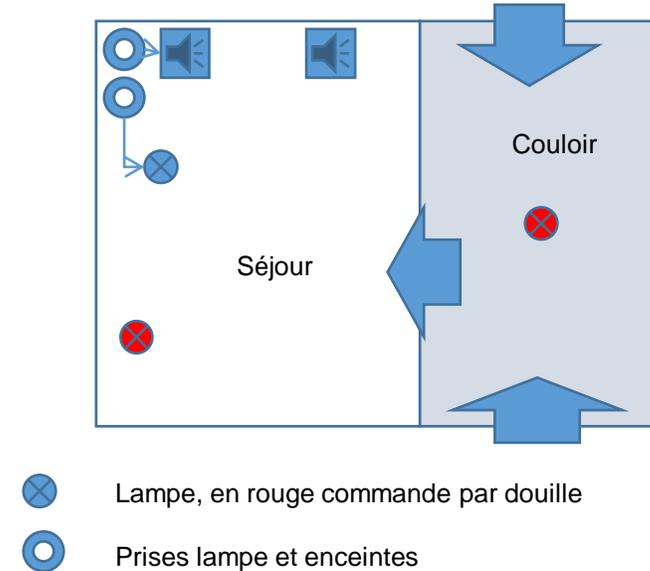


Equipement contrôlant les lumières, l'éclairage dynamique, prises, volets, rideaux, stores, multimédia

# Programmation du DomiCube

## Fonctions du DomiCube

Faces	Fonction	Lampe couloir	Lampe salon	Prise lampe	Prise enceintes
1	Neutre	on	off	off	off
2	Lecture	off	on	on	off
3	Soir	off	on	off	on
4	Musique	off	off	off	on
5	Eté	off	on	off	on
6	Hiver	on	on	on	on



# Entretien dirigé après usage (extrait)

## Partie I : Pratiques et besoins

1. **Quels sont les principaux besoins en termes de confort domestique que vous souhaiteriez satisfaire avec l'usage d'objets connectés et quelle(s) action(s) est liée à ce(s) besoin(s) ?**
  - a. **Dans un premier temps agir sur les ambiances lumineuses d'une pièce et pièce annexe qui donne directement dans la pièce incriminée dont la luminosité influe sur la pièce principale**
  - b. **Les actions sont : éteindre/allumer différentes lampes selon des combinaisons préfixées de façon à ajuster la luminosité à différents besoins comme lecture, écoute musique, vidéo-projection, etc.**
2. **Quelles actions ou tâches peuvent être remplacées par l'usage du Domi-cube ? Listez-en 3.**
  - a. **Allumer ou éteindre sans se lever de son canapé**
  - b. **Quitter/arriver dans une pièce avec une seule manipulation du cube (cela remplace plusieurs actions élémentaires sur les interrupteurs)**
  - c. **Déporter une action à distance (sorte de télécommande)**
  - d. **Bonne visibilité des actions grâce aux pictogrammes sur les faces, on sait où on en est, cela peut permettre aussi de détecter les pannes**
3. **Quelle pratique domestique peut être améliorée par l'usage du Domi-cube ? Etc.**

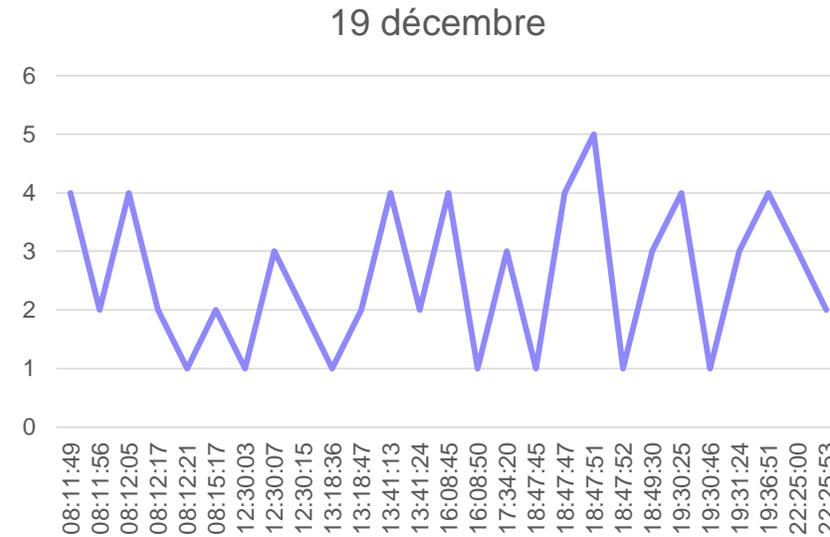
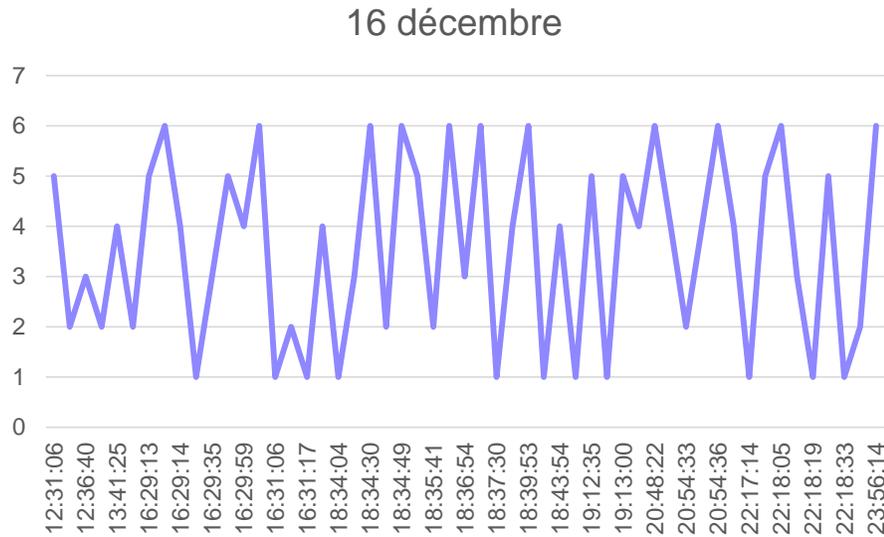
# Entretien dirigé après usage (extrait)

## Partie II : Usages

1. Parmi les actions que vous comptez remplacer par l'usage du Domi-Cube, décrivez-en 2 : expliquez de façon succincte comment elles se déroulent dans une journée type en semaine et en weekend.
  - a. Le matin la pièce a les volets clos, il fait sombre. J'allume avec le cube et j'ouvre les volets. Si je reste dans la pièce je règle la luminosité avec le cube, si je sors j'éteins avec le cube
  - b. Pendant la journée, je prends un livre, je m'assois dans le canapé, je m'aperçois qu'il fait trop sombre pour lire, j'allume avec le cube sans me lever
  - c. Puis je souhaite écouter de la musique, je n'ai pas besoin d'autant de lumière, j'allume les enceintes acoustiques et je diminue la luminosité avec le cube (2 actions en 1)
  - d. Le soir je m'installe pour regarder un film ou une vidéo ou la TV depuis mon PC et avec un vidéoprojecteur, le cube me permet de mettre tout ça en marche avec une ambiance lumineuse adéquate

*(ex. : dans la pratique « musique/radio » les actions que je fais dans une journée type sont : le matin je sélectionne une chaîne radio d'infos, en fin d'après-midi une chaîne de musique, le soir je mets un CD...)*

# Analyse de traces



Le jour de l'installation...

....Quelques jours après on n'utilise plus la face 6

**Puis l'usage se stabilise et se banalise**

# Evaluations au domicile

- DomiCube fonctionnel,
- Programmable via AppsGate (plateforme expérimentale),
- Expérimenté en « live » (2 ans)
  - Programmation facile,
  - Grand intérêt à concevoir son environnement et à le modifier soi-même,Mais
  - Fragilité du réseau,
  - Pannes fastidieuses,
  - Une certaine lassitude à la longue avec baisse d'intérêt pour la programmation.

# Conclusion

La maison connectée : reste un **art de vivre** que l'on peut prendre en main soi-même grâce à l'internet des objets.

L'internet des objets est une voie pour le « faire soi-même » à condition que le réseau soit fiable et que l'on dispose d'une **plateforme d'intégration des objets facile à programmer**. **Le marché de L'IA pourrait investir ce domaine pour rendre la programmation moins complexe.**

Cependant il faut rester dans des limites de **coût acceptable** pour voir le marché se développer de manière significative, lever les freins de la **confidentialité** pour la vie privée et donner confiance dans la technologie sans fil.

# Ce que vous pouvez installer vous-même

- Prises programmables
- Eclairage d'ambiance, capteur de luminosité
- Suivi de consommation électrique, de consommation d'eau
- Capteurs de présence, capteurs de portes et de fenêtres
- Pommeau de douche connectée
- Capteur météo et qualité air, thermomètres connectés (intérieur/extérieur)
- Détecteur de gaz butane et de CO
- Détecteur de fumée, d'humidité, d'inondation
- Balance connectée
- Etc.

## Vous devez avoir :

- Box
- Parfois une passerelle, selon le protocole
- Une tablette ou smartphone avec un système d'exploitation compatible pour télécharger les applications et l'IHM

**Chaque application est indépendante, donc vous aurez autant d'interfaces IHM que d'applis**

