Méziane Boudellal

L'USINE NOUVELLE



SMART HOME

Habitat connecté, installations domotiques et multimédia

DUNOD

L'auteur tient à remercier particulièrement toutes les sociétés, agences de presse et organismes qui lui ont fourni visuels et documentations lui ayant permis d'illustrer cet ouvrage.

Photo de couverture : © Crestron

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.
Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.
Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2014
5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-071764-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Copyright © 2014 Dunod.

À Simone et Amay
pour leur soutien et leur patience

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

Table des matières

Avant-propos 1

Introduction 3

A

Définitions

Chapitre 1 : De la cybernétique au *smart home* en passant par la domotique 9

1.1 Cybernétique ou le balbutiement de l'« intelligence » artificielle 9

1.2 Domotique : en France uniquement 10

Chapitre 2 : Évolutions technologiques 13

2.1 L'habitat de demain vu « avant-hier » 13

2.2 L'habitat de demain vu hier 15

2.3 L'habitat de demain vu aujourd'hui 16

Chapitre 3 : *Smart home* 17

3.1 Une approche globale 17

3.2 Quel *smart home* ? 19

3.3 Un retour possible de la cybernétique ? 21

3.4 L'apport du *smart home* 21

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

B

Caractéristiques de l'habitat

Chapitre 4 : Neuf ou rénovation **27**

4.1 Conception de l'habitat neuf 28

4.2 Adaptation de l'habitat existant 28

Chapitre 5 : Optimisation énergétique **29**

5.1 Habitat, confort et santé 30

5.2 Prise de conscience des occupants 30

5.3 Énergies : où économiser ? 31

Chapitre 6 : Autonomie **33**

6.1 Électricité 33

6.2 Chauffage 40

6.3 Électricité et chauffage 41

C

Gestion globale

Chapitre 7 : Structure générale **47**

7.1 Gestion centrale 48

7.2 Gestion semi-autonome 49

7.3 Gestion décentralisée 50

7.4 Système ouvert ou propriétaire ? 50

Chapitre 8 : Mode de gestion globale **53**

8.1 Centrale informatique 53

8.2 Centrale dédiée 54

8.3 Gestion décentralisée 54

Copyright © 2014 Dunod.

Chapitre 9 : Connectivité **57**
9.1 Liaison filaire dédiée 57
9.2 Liaison filaire non dédiée 58
9.3 Liaison radio 58
9.4 Comparaison 59

Chapitre 10 : Fonctions contrôlables directement **61**
10.1 Commande des différents modules 62
10.2 Gestion du confort et des énergies 64
10.3 Gestion du confort 69
10.4 Gestion de la sécurité 70
10.5 Gestion de la santé 75
10.6 Autres équipements 76
10.7 Quel choix ? 77

Chapitre 11 : Protocoles standards **79**
11.1 KNX 79
11.2 ZigBee 107
11.3 EnOcean 118
11.4 Autres standards internationaux 160

Chapitre 12 : Protocoles propriétaires **165**
12.1 Z-Wave 165
12.2 Insteon, CPL et radio 176
12.3 LCN, le CPL professionnel 178
12.4 Crestron, une solution haut de gamme 188
12.5 AMX, l'autre solution haut de gamme 194
12.6 Control4 194
12.7 Lutron, Savant 196
12.8 Vity Technology 197
12.9 Somfy io-homecontrol 199
12.10 Delta Dore 203
12.11 Autres protocoles 205

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

12.12 IRTrans, une passerelle IR 206
12.13 ANT, un protocole spécifique 207
12.14 X10, un précurseur en CPL 209
12.15 digitalSTROM, un CPL amélioré 211
12.16 Box 217

Chapitre 13 : Systèmes multi-protocoles 221
13.1 Lifedomus 221
13.2 myGEKKO 224
13.3 Qivicon, une tentative allemande d'unification ? 225
13.4 Autres solutions 225

Chapitre 14 : Fiabilité des systèmes 227
14.1 Simplicité et fiabilité 227
14.2 Quel type de défaillance accepter ? 227
14.3 Une redondance ? 228

Chapitre 15 : Comparaison des systèmes 229
15.1 Caractéristiques 229
15.2 Aspects énergétiques : consommation de piles et en veille 230

D

Gestion des fonctions

Chapitre 16 : Classification des fonctions 237
16.1 Critères de sélection 237
16.2 Lien entre ces fonctions et le *smart home* 238

Chapitre 17 : Équipements domestiques intégrables au *smart home* 239
17.1 Chauffage 239
17.2 Électroménager 243

Copyright © 2014 Dunod.

Chapitre 18 : Multimédia et *smart home* **249**

18.1 Standards multimédias 250
18.2 Concepts de base du multiroom 251
18.3 Solutions globales avec protocole standard 253
18.4 Solutions globales avec protocoles propriétaires 258
18.5 Solutions dédiées 265
18.6 Une gestion multi-applications 274

E

L'habitat connecté

Chapitre 19 : Connexion Internet **279**

19.1 Accès par Internet 279
19.2 Consommation électrique des solutions avec accès Internet 280

Chapitre 20 : Sécurité informatique **281**

20.1 Sécurité des transmissions 281
20.2 Intrusion 282
20.3 Virus 283
20.4 Big Brother ? 284

F

Autres aspects liés au *smart home*

Chapitre 21 : *Smart building* : une approche différente du *smart home* **287**

21.1 Un changement d'échelle 287
21.2 De nombreux secteurs d'activité 287
21.3 Des priorités différentes du *smart home* 288
21.4 Quels protocoles ? 291

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

Chapitre 22 : *Ambient Assisted Living* (AAL) 293
22.1 Le vieillissement de la population 293
22.2 Des technologies *smart home* adaptées à la situation 296
22.3 Éthique et acceptation des technologies 298

Chapitre 23 : Robots et assistance 299
23.1 Le robot domestique 299
23.2 Les robots humanoïdes 307
23.3 Acceptation du robot domestique 309
23.4 Robots ou équipements adaptés ? 310

Chapitre 24 : *Smart technologies, smart objects* 311
24.1 *Smart objects* 311
24.2 *Smart textile*, e-textile 315

Chapitre 25 : *Smart grid, smart meter* et production décentralisée 317
25.1 *Smart grid* 317
25.2 *Smart meter* 318
25.3 Production d'électricité décentralisée 319

Chapitre 26 : Émissions électromagnétiques 321
26.1 Systèmes radio 321
26.2 Une prolifération d'émissions électromagnétiques 322

G

Installations et exemples

Chapitre 27 : Mon *smart home* 327
27.1 Quelle approche ? Cahier des charges 327
27.2 Matrice de décision 328
27.3 Quelle solution ? 329
27.4 Coûts et amortissement 329

Copyright © 2014 Dunod.

Chapitre 28 : Exemples d'installations : laboratoires **333**
28.1 Laboratoires de recherche 333
28.2 iHomeLab : *smart home* 2030 ou 2050 ? 333

Chapitre 29 : Exemples d'installations existantes **335**
29.1 Habitat modèle 335
29.2 Habitat commercialisé 340
29.3 Opérations individuelles 350

Conclusion et perspectives **353**
Une approche globale 353
Un standard *smart home* unique ? 353
Quelles conditions pour un développement du *smart home* ? 354

Sites Internet, salons et organismes **357**

Index **359**

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

Avant-propos

L'évolution de l'habitat dans le temps montre que le souci de confort ou de sécurité, que ce soit dans l'Antiquité, au Moyen Âge ou aux périodes suivantes, a toujours été présent. Ceux qui avaient les moyens faisaient « gérer » les fonctions, selon les époques, par des esclaves, du personnel libre, puis plus tard par des domestiques. La gestion et l'anticipation des besoins/désirs des occupants, que ce soit pour le chauffage, le rafraîchissement, la sécurité ou d'autres aspects, étaient ainsi assurées, mais pour une frange de la population seulement.

La démocratisation de ce rêve, le XX^{e} siècle l'a partiellement permise grâce aux progrès techniques, à commencer par l'électricité. La première étape a été l'introduction d'équipements électroménagers qui ont allégé les charges des utilisateurs (surtout des femmes). Ces équipements se sont sophistiqués et ont offert de plus en plus de possibilités grâce à l'électronique. D'autres fonctions de l'habitat ont été aussi couvertes (communication, multimédia, sécurité, éclairage…). L'informatique a ensuite permis une évolution vers une automatisation de ces équipements et une interface utilisateur plus intuitive grâce en particulier à l'intégration des smartphones et tablettes dans l'environnement domestique.

Pourquoi le *smart home* ?

Dans l'habitat (ou le tertiaire), la gestion des énergies, par exemple, ainsi que les diverses activités humaines deviennent de plus en plus variées et complexes. Pour optimiser ces fonctions et prendre en compte les interactions entre tous ces éléments de l'habitat, la gestion humaine directe ne suffit pas toujours. Une approche globale par un système centralisé ou non offre plus de flexibilité et d'efficacité. C'est le passage de l'habitat conventionnel au *smart home*.

Il ne s'agit pas seulement d'avoir des équipements électriques ou électroniques que l'on mettrait en fonctionnement par des boutons-poussoirs, des télécommandes ou des programmes dans leur mémoire interne, mais aussi d'un réseau reliant ces équipements.

Est-ce donner du pouvoir à un système opaque ? Non, si une utilisation raisonnée des possibilités offertes permet d'en profiter pleinement tout en étant maître des fonctions possibles. C'est ce qui est fait dans l'automobile, où l'électronique assure de nombreuses fonctions qui ont été adoptées et que nul n'est prêt à abandonner,

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

comme l'ouverture et le verrouillage centralisés de portières, le système de navigation, les airbags, le freinage assisté…

Le *smart home* ne doit pas non plus être vu comme une finalité technique ou technologique. L'objectif est de simplifier la vie des occupants, réduire les consommations d'énergie, offrir confort et sécurité et, en résumé, répondre aux besoins et aux préférences des utilisateurs.

Copyright © 2014 Dunod.

Introduction

Habitat « intelligent » : c'est souvent sous cette dénomination que l'on désigne une automatisation de certaines fonctions domestiques. Est-ce vraiment de l'intelligence ? Si l'on se réfère aux capacités du cerveau humain, on en est bien loin, car cette « intelligence » n'est que celle du programme qui pilote l'habitat, que ce soit de manière fixe (une information en entrée entraîne une réaction en sortie) ou plus souple (possibilité de réponse modulée en fonction du signal ou des signaux d'entrée).

Le concept anglo-saxon de ***smart home*** adopté mondialement couvre autre chose qu'une intelligence qui, nous venons de le voir, est limitée dans ce domaine. Le terme « *smart* » renvoie à une notion plus large, liée à l'astuce, la rapidité, l'élégance, qui correspond à ce que l'on attend ou imagine de l'habitat au service des occupants. Le terme « *smart home* » n'est pas seulement un concept qui couvrirait un domaine (il n'est souvent associé qu'au multimédia avec audio ou vidéo disponibles dans tout l'habitat), mais aussi toute activité des occupants pouvant être confiée à un système permettant une **gestion autonome et globale**.

Un habitat adapté

Tout d'abord, l'habitat (neuf ou rénové) doit être adapté, que ce soit en termes énergétiques ou fonctionnels, ce qui n'exclut ni le confort ni le plaisir d'y vivre. En effet, comment gérer efficacement le chauffage, par exemple, si l'habitat est une « passoire » ? Le *smart home* peut se décliner selon plusieurs variantes en fonction du niveau de complexité et d'automatisation (ou non) de certaines activités.

Un langage commun pour tous les équipements

La notion de système global correspond aussi à la nécessité d'avoir une communication entre tous les éléments basée sur un langage commun (protocole), communication pouvant se faire par un réseau physique (câblage) ou virtuel (liaison radio). Cette unité doit permettre une évolution future du système, avec des éléments assurant de nombreuses fonctions tout en restant compatibles, permettant ainsi une pérennité de l'installation.

Une couverture de nombreuses fonctions domestiques

Que ce soit l'aspect confort (ne pas se déplacer partout pour monter ou baisser tous les volets roulants, pouvoir écouter sa musique ou voir un film dans différents

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

endroits de l'habitat), sécurité (être averti en cas d'alarme, que ce soit une intrusion ou une fuite d'eau ou de gaz, savoir si toutes les fenêtres sont fermées…), énergies (gestion optimisée du chauffage et de l'électricité), pratiquement toutes les fonctions de l'habitat peuvent, dans une certaine mesure, être couvertes aujourd'hui. Les besoins des occupants vont guider le choix et le développement d'une installation.

Parmi les solutions proposées, certaines sont reconnues comme standard mondial et bénéficient d'un large choix d'équipements proposés par différents fournisseurs ; d'autres sont propres à une société qui seule propose les différents éléments pour composer un système plus ou moins complet.

Le *smart home* peut non seulement se décliner en fonction des besoins de base des occupants mais aussi s'adapter à des exigences particulières comme les contraintes liées à un âge avancé ou à un handicap.

Le développement du *smart home* n'en est actuellement qu'à ses débuts avec des modèles de laboratoire mais certains promoteurs proposent déjà des maisons pouvant être équipées d'un système de gestion de fonctions domestiques.

La technologie ne doit pas être nécessairement au premier plan

Les premières tentatives dans les années 1980 ont été conçues dans une approche technicienne où l'aspect technologique était trop important, d'où un échec dû à la lourdeur des installations et à la complexité des systèmes. Si les éléments du *smart home* sont prévus pour faciliter la vie des occupants, il ne faut pas perdre de vue le facteur humain dans la mesure où les mentalités évoluent moins vite que les technologies. Dans cette approche, l'aspect technique doit s'effacer d'une part en étant le moins contraignant possible et d'autre part en respectant les besoins et désirs des occupants.

Les technologies et équipements décrits se rapportent certes à l'habitat, mais ils peuvent aussi s'appliquer à tout autre bâtiment comme le tertiaire, l'industriel ou des édifices publics.

Quel choix face aux nombreuses technologies ?

Devant le nombre de technologies et de systèmes proposés par les différents constructeurs, seule une partie représentative (constituée de standards reconnus et d'innovations) sera décrite. Si cette vaste palette offre à l'utilisateur ou à l'installateur le choix du système, elle ne favorise cependant pas l'interopérabilité entre les différentes approches.

Copyright © 2014 Dunod.

Cet ouvrage peut concerner toute personne intéressée par l'évolution de l'habitat et les possibilités actuelles d'automatisation de certaines fonctions domestiques. Cela couvre aussi bien une curiosité personnelle qu'une utilisation professionnelle par des architectes, promoteurs ou artisans, permettant aussi bien de découvrir les différentes technologies de pilotage du *smart home* que de faire un choix de l'équipement à installer ou à recommander.

L'objectif de l'ouvrage n'est pas de décrire tous les acteurs de ce domaine, car ils sont des centaines, voire des milliers. Le choix des sociétés et des produits ou solutions associés qui sont présentés est une sélection basée sur la pertinence et l'homogénéité de l'offre, parfois sur l'innovation, mais surtout sur l'intégration au concept *smart home*.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

A

DÉFINITIONS

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

1 De la cybernétique au *smart home* en passant par la domotique

Quelle approche pour un habitat qui doit tenir compte des habitudes des occupants et assurer de façon autonome certaines fonctions ? Différentes voies ont été explorées, certaines de façon théorique, avant d'arriver à un développement de technologies opérationnelles.

1.1 Cybernétique ou le balbutiement de l'« intelligence » artificielle

« *Kubernētikos* »

Le terme « *kubernētikos* » apparaît déjà chez Platon et se rapporte à l'art du pilotage, de la gestion. Le mot « cybernétique » lui-même est utilisé pour la première fois par André Marie Ampère en 1843.

Ce concept des années 1940-1950 correspond, pour ce qui nous intéresse, à l'étude des processus de commande et de communication des machines. Un des fondateurs de cette approche est l'Américain Norbert Wiener (1894-1964), professeur au MIT avec son ouvrage *Cybernetics, or the study of control and communication in the animal and the machine* publié en 1948, l'année où paraît *1984*, de Georges Orwell. En Europe, on peut citer parmi les précurseurs : l'Autrichien Ludwig von Bertalanffy, les Anglais W. R. Ashby, Gray Walter ou Stafford Beer, et Albert Ducrocq pour la France (figure 1.1).

Les réalisations, surtout des robots domestiques (« tortues cybernétiques » de Grey Walter, « renardes » d'Albert Ducrocq), étaient essentiellement des objets mobiles pouvant, par exemple, éviter des obstacles et se recharger automatiquement en cherchant une prise de courant. Elles peuvent être considérées comme les premiers

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

balbutiements de l'interaction M2M (*Machine to Machine*) sans intervention humaine. Leurs créateurs y voyaient les précurseurs de machines pouvant gérer automatiquement de nombreuses activités domestiques, industrielles ou autres.

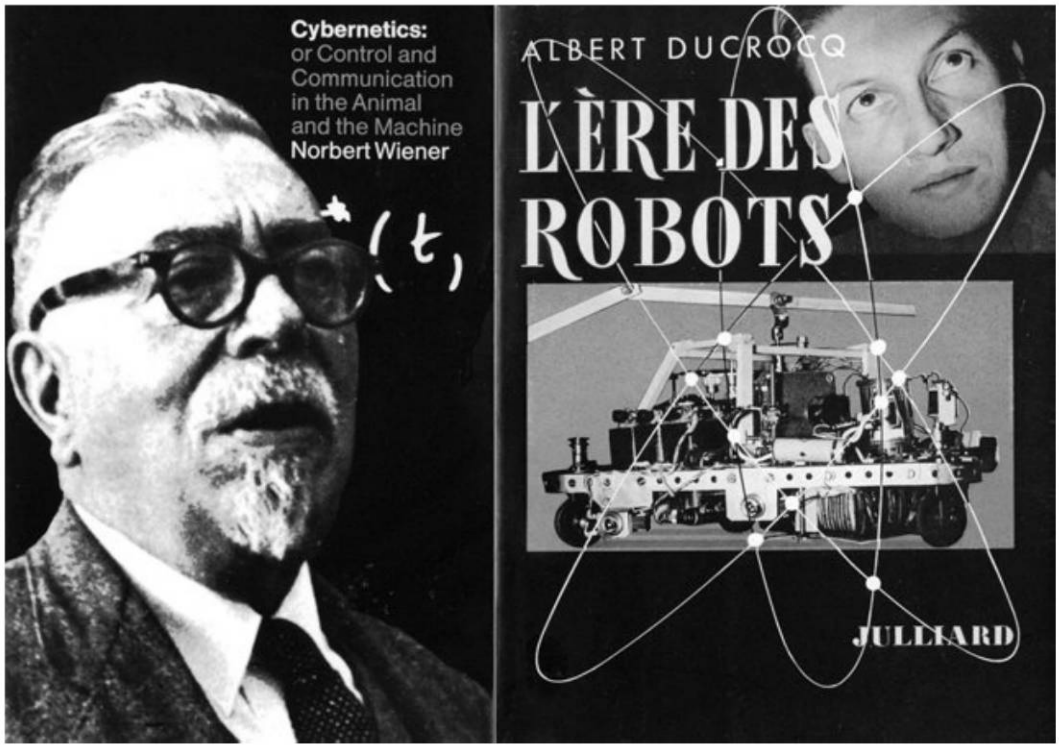


Figure 1.1 Norbert Wiener et Albert Ducrocq

La cybernétique, à son apogée, envisageait être utilisée dans tous les domaines de la société (auto-optimisation par un flux d'informations et son traitement), ce qui correspondrait à un habitat adaptatif en fonction des habitudes des occupants. Les années 1960 voient la mise en veilleuse de l'approche cybernétique, probablement due aux objectifs globaux trop ambitieux par rapport aux possibilités technologiques.

1.2 Domotique : en France uniquement

Le terme vient du latin « *domus* » (« maison ») et englobe les équipements permettant d'automatiser et/ou de gérer certaines fonctions domestiques. Si l'origine est facile à déterminer, une définition exacte l'est moins : on parle alors de domotique dans le sens général ou de systèmes domotiques. Plusieurs d'entre eux peuvent « cohabiter » sans nécessairement avoir une interaction ou être reliés.

Le terme a été créé en France milieu des années 1980 et a été suivi de nombreuses initiatives qui ont malheureusement été un échec dû principalement aux programmes, annonces ou articles prématurés à cette époque, ayant fait miroiter

Copyright © 2014 Dunod.

des possibilités qui n'étaient pas encore atteignables techniquement ou financièrement (les rêves autour des possibilités du Minitel dans ce domaine, par exemple).

Do you speak domotique ?

Si le terme « *domotics* » existe en anglais, il est malgré tout peu utilisé, « *smart home* » étant entré dans le langage courant. Dans les ouvrages anglo-saxons, les termes « *domotic* » ou « *domotics* » sont très peu employés. Parfois, le terme est utilisé comme contraction de « *domestic robotics* » (« robots domestiques »).

En allemand, « *Domotik* » est encore moins utilisé, remplacé par le terme anglais « *smart home* ».

De même en italien ou en espagnol, si le terme existe (respectivement « *la domotica* » ou « *la domótica* »), ce sont plutôt les termes « *la casa intelligente* » et « *la casa inteligente* » ou, plus généralement, « *smart home* » qui sont utilisés.

L'autre aspect qui en a découlé est la connotation « bricolage technique ou technologique » associée dans les esprits suite à la vision technicienne de la domotique. Même si aujourd'hui le mot « *high-tech* » y est accolé, les produits et leur publicité restent beaucoup dans cette optique d'où un certain abus de langage : uniquement piloter ses stores roulants par un smartphone, est-ce avoir un habitat « intelligent » ?

Domotique : quelle définition ? Quelle utilisation ?

Comme l'électronique, la mécanique, la photonique ou la mécatronique par exemple, la domotique n'est qu'une technologie, c'est-à-dire un outil dont l'utilisation peut se concevoir pour une gestion de certaines fonctions de l'habitat.

Afin de s'affranchir de la difficulté d'avoir une définition claire et de la connotation négative y étant attachée, l'utilisation du terme « domotique » sera plus appropriée en tant qu'adjectif (équipements domotiques, c'est-à-dire pour automatiser l'habitat).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

2 Évolutions technologiques

L'automatisation de certaines fonctions de l'habitat est passée par plusieurs étapes jalonnées par les progrès techniques et technologiques, tout en restant pendant de nombreuses années marquée par une approche technique.

Le développement des équipements domestiques au début du XX^{e} siècle a été la première étape d'une lente évolution qui a entraîné le remplacement de certaines activités domestiques manuelles, comme la lessive, par des équipements électriques, par exemple la machine à laver.

L'Américaine Christine Frederick peut être considérée comme une visionnaire dans l'évolution moderne de l'habitat, car, dans son ouvrage *Household engineering : Scientific Management in the Home* publié en 1915, elle prédit le développement d'équipements domestiques mécaniques et avance l'idée d'une connexion entre ces équipements (« […] *such machinery will be far more unified than at present* […] *with various pieces related to one another* »).

2.1 L'habitat de demain vu « avant-hier »

En 1957, la société Monsanto présentait sa maison du futur. Si certains éléments prêtent aujourd'hui à sourire (vaisselle en plastique, stockage pour aliments irradiés…), d'autres sont devenus courants (téléphone mains libres à touches, lave-vaisselle, micro-ondes…), mais pas nécessairement sous la forme (ergonomique) envisagée alors. Si certaines applications présentées sont cependant à peine ou pas encore disponibles (rangement de cuisine ou réfrigérateur à commande électrique pour ne pas avoir à se baisser, lavabo à hauteur réglable…), d'autres comme le portier vidéo ou la régulation centrale du chauffage de la climatisation et de la ventilation ont trouvé leur voie aujourd'hui. Cet habitat utilisait les techniques disponibles : électricité et électromécanique.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Électricité et électromécanique

Si l'électricité a été utilisée au début principalement pour l'éclairage, l'extension et la couverture de plus en plus importante du réseau ont permis le développement de toute une famille d'équipements basés sur l'électrotechnique (électroménager par exemple). C'est leur disponibilité qui a ouvert une première approche vers les systèmes de contrôle domestiques basés sur des équipements **électromécaniques** (interrupteurs, boutons-poussoirs, relais…). Ils ne fonctionnaient cependant qu'en tout ou rien, la plupart du temps commandés directement par l'utilisateur, et ne permettaient donc pas un pilotage fin. Il y eut quelques réalisations pratiques dans les années 1950-1960 : la revue *Mécanique populaire* d'avril 1954 montre un exemple de maison « intelligente » à Los Angeles (figure 2.1).



Figure 2.1 Exemple de maison « intelligente »
Source : *Mécanique populaire* – avril 1954

À cette étape de développement, un utilisateur pouvait se servir des équipements sans aucune connaissance spécifique.

Copyright © 2014 Dunod.

2.2 L'habitat de demain vu hier

L'habitat vu en 1990, soit trente ans plus tard, reflète l'arrivée de l'informatique avec un ordinateur central contrôlant de nombreuses fonctions par l'intermédiaire d'un écran tactile ou d'une télécommande infrarouge. La complexité des systèmes proposés, souvent expérimentaux, ainsi que leur coût n'ont pas permis leur commercialisation.

Électronique et informatique

Une des premières idées utilisant ces deux technologies a été le projet EPCOT (Experimental Prototype Community of Tomorrow) de Disney en 1966 avec la vision d'un environnement de vie intégré. La mort de Walt Disney a mis fin au projet. D'autres tentatives utilisant les premiers ordinateurs (Apple II en 1977, puis IBM PC en 1981) n'ont pas vraiment eu de suite ou n'ont pas été commercialisées.

En 1978, la société Pico Electronics a présenté la technologie **X10**, qui peut être considérée comme le premier système « standard » utilisant le circuit électrique domestique pour commander différents équipements. Cette approche utilisant le réseau électrique domestique existant avec un coût modéré a connu un important succès surtout aux États-Unis.

L'arrivée de l'électronique et les débuts de l'informatique peuvent être considérés comme la seconde étape dans l'évolution de l'habitat « intelligent ». La combinaison électronique-informatique a permis d'élargir le champ des applications domotiques en y ajoutant au départ flexibilité et programmation, puis en développant des interfaces utilisateur plus intuitives.

Les premières réalisations fin des années 1980 n'ont souvent été que des maisons prototypes comme la maison de ThornEmi en Angleterre en 1986, celles de Honeywell à Golden Valley aux États-Unis (Minnesota) en 1987, d'EDF au laboratoire des Renardières près de Lyon en 1988 ou d'Osaka Gas au Japon en 1988 (maison Next).

Un habitat futuriste aux États-Unis

La maison Xanadu a été conçue dans les années 1990. Cet habitat au look futuriste utilisait le polyuréthane comme matériau de construction. Un ordinateur contrôlait et pilotait tous les équipements électroniques et domestiques installés dans chaque pièce : cuisine, séjour, salle de bains et chambres. Trois maisons modèles ont été construites, mais sans donner une suite commerciale. En 2005, la dernière fut démolie. Utilisant l'informatique, la robotique et un embryon d'intelligence artificielle, elles préfiguraient cependant l'approche *smart home* actuelle.

Copyright © 2014 Dunod.

2.3 L'habitat de demain vu aujourd'hui

Comment passer d'une approche technique par application à une approche globale où les fonctionnalités plus que la technologie seraient mises en avant ?

L'évolution vers le *smart home*, même si le terme a été créé début des années 1980, n'a vraiment eu lieu que par le développement de la micro-électronique et de l'informatique (numérique et connectivité) ainsi que par la création de protocoles de communication standards.

Gestion globale ne signifie pas nécessairement un système centralisé, comme cela l'a été pour les technologies précédentes avec un ordinateur « gestionnaire ». Les progrès technologiques et informatiques ont permis la création de systèmes décentralisés où des modules gèrent certaines fonctions tout en pouvant communiquer, en utilisant le même « langage » (protocole), avec d'autres modules, éventuellement avec un système central et/ou avec une ouverture vers d'autres moyens de communication par des passerelles (Wi-Fi ou Internet par exemple).

Aujourd'hui, pratiquement tous les systèmes mettent en avant les fonctionnalités domestiques offertes, mais aussi l'utilisation de la connectivité externe (utilisation de smartphone et Internet). Si cet aspect peut être parfois utile, une certaine approche ludique ou marketing par certains constructeurs n'est pas exclue, la priorité devant être cependant l'acceptation par le grand public qui commence d'abord par une utilisation des possibilités et de la gestion internes à l'habitat.

Copyright © 2014 Dunod.

3 Smart home

Le terme « *smart home* », ou « *smart house* », a été utilisé pour la première fois en 1984 par l'American Association of House Builders. Il recouvre l'automatisation de certaines fonctions de l'habitat, en fonction des besoins des occupants.

3.1 Une approche globale

Smart home est l'aboutissement du concept d'habitat au service des occupants, car il utilise les possibilités offertes par les technologies domestiques (qui proposent différentes solutions) en y ajoutant la notion d'**approche globale** (figure 3.1).

Un équipement domestique assure généralement une fonction spécifique comme l'éclairage, la fermeture des volets roulants ou la régulation de température. Il peut cependant être relié à d'autres éléments, comme par exemple un capteur de présence, de luminosité ou de température ou une station météo, pour interagir et étendre les possibilités de l'équipement.

Copyright © 2014 Dunod.

Un terme équivalent en français à trouver ?

Le concept de globalité doit être conservé dans la dénomination et l'éventuel équivalent accepté par le grand public (voir le terme « courriel » par exemple, qui n'a jamais pu réellement s'imposer). Le terme anglo-saxon « ISDN », traduit littéralement par « réseaux numériques à intégration de services » (RNIS), était passé dans le grand public sous l'appellation « Numeris ». Le *smart home*, qui pourrait être défini par exemple comme un **habitat à services intégrés**, attend soit un terme acceptable par le grand public, soit un passage dans le langage courant (figure 3.2), ce qui est le cas dans la plupart des autres pays.

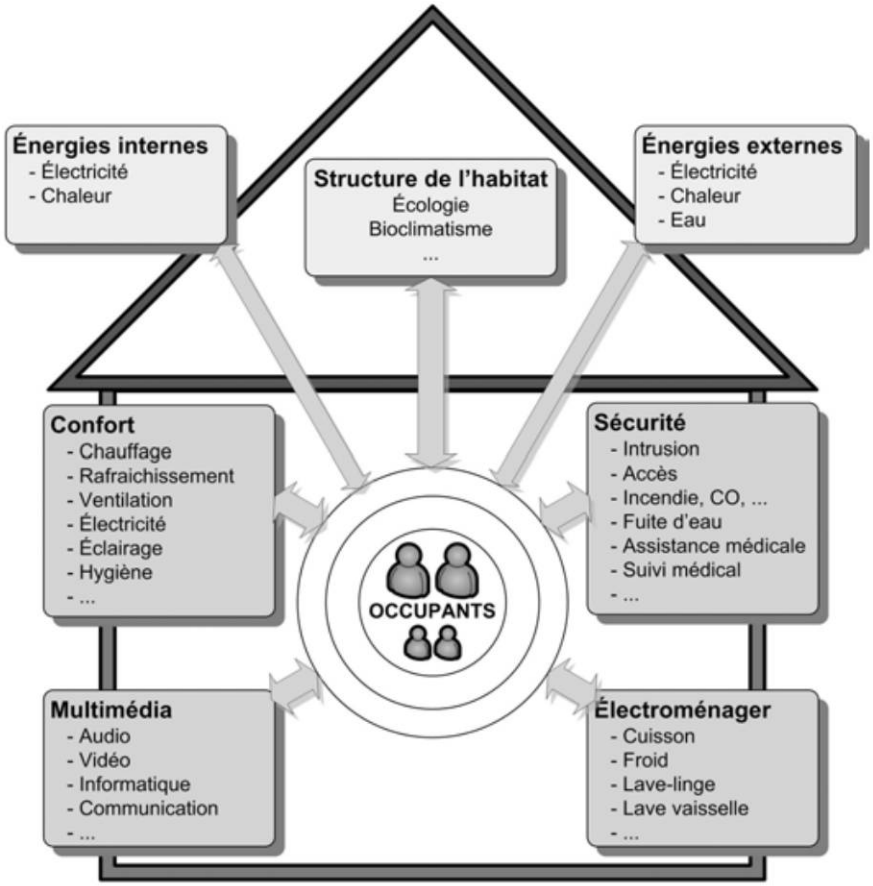


Figure 3.1 Fonctions couvertes par le *smart home*



Figure 3.2 Utilisation du terme « *smart home* » par une revue
Source : Revue *ère NuméRique*

Copyright © 2014 Dunod.

C'est là que le concept *smart home* intervient en introduisant la notion de gestion globale des fonctions avec un même protocole de communication (figure 3.3). La mise en réseau interne des différents éléments permet l'élargissement des fonctions individuelles par des interactions entre eux ou avec les utilisateurs.



Figure 3.3 Éléments de base du *smart home*

Terminologie

Dans cet ouvrage, le terme « ***smart home*** » sera utilisé en lieu et place d'« habitat "intelligent" » ou de « *domotique* » car il exprime une conception globale de l'habitat.

Il est à noter que le mot « ***home*** » est aussi utilisé en français, où il désigne plus que l'habitat (le « chez-soi »). D'autre part, les termes « *smart grid* », « *smartphone* » ou « *big data* » ne sont pas traduits, mais repris tels que, car passés dans le langage courant. Pourquoi pas « *smart home* » ?

Dans un *smart home*, les **technologies domestiques** (ou **domotiques**) disponibles permettent de gérer différentes fonctions dans l'habitat.

Copyright © 2014 Dunod.

3.2 Quel *smart home* ?

Le *smart home* qui englobe une approche globale de l'habitat et des fonctions associées peut se différencier par le type de technologies domestiques installées ou leur niveau d'interaction.

3.2.1 *Smart home* avec équipements communicants

L'habitat est doté d'éléments capables de fonctionner de façon autonome et pouvant communiquer soit avec une gestion centrale (une liaison bidirectionnelle avec retour d'information), soit directement avec d'autres éléments ou des groupes d'éléments afin d'augmenter leurs fonctionnalités.

L'éclairage d'une pièce pourra être commandé par l'occupant et/ou être relié à un capteur de luminosité et de présence afin de l'arrêter ou de le moduler automatiquement en fonction de l'absence de personnes dans la pièce ou de l'éclairement naturel.

Cette approche permet une automatisation de diverses fonctions et une interaction entre certaines, tout en laissant l'utilisateur libre de les désactiver, s'il préfère une commande manuelle ou un autre réglage qui lui convient mieux.

3.2.2 Habitat avec apprentissage

Les activités des occupants sont analysées indirectement (collecte puis analyse de données) pour essayer de définir des modèles de comportement, chaque modèle permettant ensuite au système d'anticiper les activités ou besoins.

L'analyse et la réaction sont basées sur des **agents**, entités physiques ou logicielles, capables de réagir à un changement de leur environnement. Les actions déclenchées par ces agents peuvent être physiques, comme la fermeture de fenêtres, ou immatérielles, comme le stockage de données recueillies ou la transmission de messages ou d'informations.

3.2.3 Habitat « attentif » (*Aware Home – Ubiquitous Home*)

Début des années 1990, Mark Weiser, en tant que directeur scientifique au centre de recherche Xerox, a introduit le concept d'ordinateur ubiquitaire (*ubiquitous computing*) qui deviendrait « invisible » à son utilisateur. Son invisibilité signifie l'intégration transparente à la vie quotidienne.

Le système central du *smart home* agirait en temps réel par exemple en enregistrant et analysant les activités et les positions des occupants. Ces informations pourraient alors être utilisées soit pour anticiper les besoins des occupants en pilotant et contrôlant les équipements nécessaires, soit comme assistance aux personnes nécessitant une surveillance, par exemple handicap ou maladie : si une personne reste allongée au sol ou dans une position pouvant laisser penser qu'elle est en danger, éventuellement suite à un malaise, une alarme peut alors être déclenchée (téléassistance, famille, médecin).

Copyright © 2014 Dunod.

3.3 Un retour possible de la cybernétique ?

Si son apogée a été atteint dans les années 1950-1960, la cybernétique n'a peut-être pas dit son dernier mot. Elle envisageait certes d'être utilisée dans de nombreux domaines de la société, mais rien ne s'oppose à appliquer cette approche à une optimisation de l'habitat ou du tertiaire par une analyse des flux d'informations et leur traitement pour gérer certaines activités ou actions.

Cybernétique et société

Une expérience curieuse (projet CyberSyn, ou Synco en espagnol) a été amorcée en 1971 au Chili sous le régime d'Allende : la régulation de l'activité économique par une approche cybernétique, sous la direction de l'Anglais Stafford Beer. Il s'agissait, à partir d'un modèle cybernétique, de construire un nouveau modèle s'appliquant à une industrie ou à une usine précise (dans ce cas, les unités nationalisées) et de définir les variables permettant de piloter cette activité. Un programme informatique, Cyberstride, permettait d'analyser les données collectées (communication/informations) et d'établir une tendance d'où une aide aux décisions à prendre (contrôle/régulation). La chute d'Allende a mis fin à cette expérimentation de la cybernétique.

3.4 L'apport du *smart home*

L'approche globale doit permettre une optimisation aussi bien des ressources que des gestes quotidiens pour assurer certaines fonctions. Toute fonction gérée par le système du *smart home* doit apporter une plus-value, que ce soit en termes énergétique, de confort pris au sens large ou de sécurité, par exemple. Piloter uniquement quelques lampes (allumer/éteindre) par un système complexe n'apporte aucun avantage par rapport à un simple interrupteur. Lier l'éclairage d'une pièce à la luminosité et à la présence d'une personne permet de faire des économies d'énergie et d'offrir un confort de lecture, par exemple.

Une fonction de base comme la régulation du chauffage d'une pièce permet d'illustrer l'apport du *smart home* par rapport à une régulation manuelle ou même automatique :

- mode manuel : s'il a une sensation de froid, l'occupant doit se lever et modifier le réglage du robinet thermostatique (dans ce cas, le monter) et éventuellement recommencer jusqu'à se sentir bien. Il ne devra pas oublier de diminuer le niveau de réglage le soir, par exemple ;

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

- mode automatique : une vanne thermostatique avec différentes plages de réglage permet de programmer la température selon les heures de la journée (et de la nuit). Cependant, cette programmation fonctionne qu'il y ait un occupant ou non ;
- *smart home* : la vanne thermostatique est pilotée par un thermostat, mais aussi par un détecteur de présence et un détecteur de position de fenêtre. La commande automatique de volets roulants électriques peut aussi y être intégrée. Comme pour le pilotage automatique, on peut définir différentes plages horaires avec les températures souhaitées correspondantes. Si la fenêtre est ouverte ou basculée et/ou s'il n'y a personne dans la pièce pendant un certain temps, le chauffage est réduit automatiquement. Il est possible d'intégrer la régulation du chauffage à la gestion centrale et, par exemple, de programmer le système de façon à diminuer aussi le chauffage dans toutes les pièces lorsque le dernier occupant quitte l'habitat.

La figure 3.4 illustre les interactions possibles entre différents équipements du *smart home* afin d'optimiser l'éclairage et le chauffage en fonction de l'occupation de la pièce, de la température de consigne et de la position de la fenêtre (ouverte, fermée ou basculée). L'occupant a toujours la possibilité d'intervenir en utilisant les boutons-poussoirs.

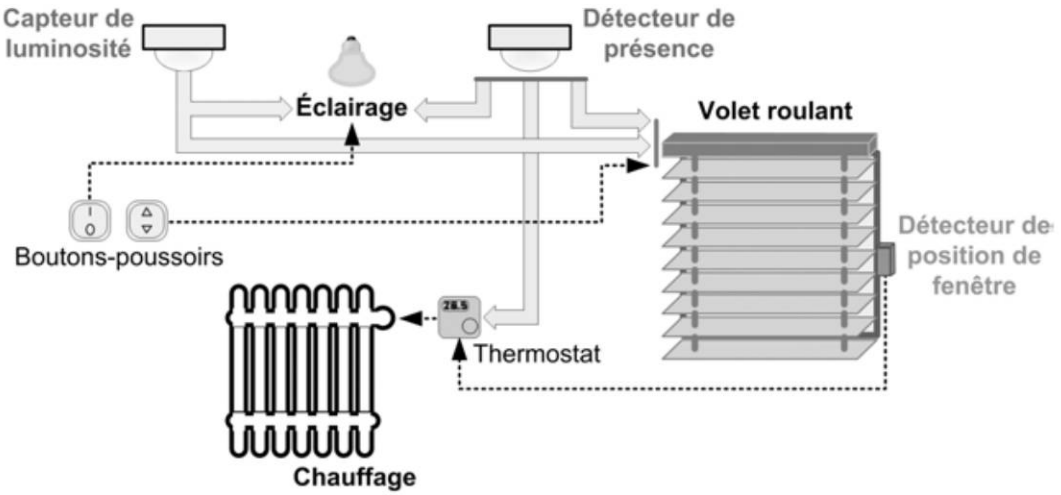


Figure 3.4 *Smart home* et automatisation « intelligente »

Copyright © 2014 Dunod.

Caractéristiques de base du *smart home*

- **Connectivité interne** : un réseau interne à l'habitat avec la possibilité de contrôler toutes les fonctions à partir de boutons-poussoirs, d'une télécommande et éventuellement d'un smartphone ou d'une tablette.
- Utilisation d'un **même langage de communication** (protocole) pour tous les composants.
- **Couverture de tous les services ou fonctions de base** par le même système, c'est-à-dire sans passer par une autre interface.
- **Compatibilité descendante**, où les nouveaux composants ou les nouvelles versions des logiciels restent compatibles avec les équipements installés.
- **Extension des fonctions ou des services** sans modification du système.
- **Connectivité externe** comme option (passerelle vers Wi-Fi, Internet ou autres protocoles).

Un smartphone ou une tablette ne sont pas nécessairement un élément de base du *smart home*, mais peuvent y être intégrés.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

B

CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

4 Neuf ou rénovation

Dans « *smart home* », il y a aussi le mot « *home* ». L'habitat doit tout d'abord assurer de façon optimale les besoins de base. Il doit ensuite être conçu (pour le neuf) ou modifié (pour l'existant) de façon à être apte à recevoir tous les systèmes de contrôle/gestion domotiques souhaités par les occupants. Il doit aussi, du point de vue énergétique, être conçu, construit et habité de façon soutenable.

La planification de l'**habitat neuf** doit répondre à un certain nombre de critères de base :

- économie énergétique, que ce soit, par exemple, pour le chauffage ou le rafraîchissement ;
- autonomie, au moins partielle, afin d'assurer un service minimum quelles que soient les circonstances ;
- adaptabilité aussi bien du côté du matériel (évolution des fonctions…) que du côté des occupants (éventuellement accès futurs pour personnes âgées ou handicapées) ;
- « frugalité » en optimisant l'espace, que ce soit sur le plan architectural (ergonomie, accessibilité, surface totale) ou besoins énergétiques.

Pour la rénovation (**habitat existant**), les possibilités sont plus réduites car la structure de base est donnée. Cependant, la plupart des critères cités ci-dessus peuvent s'appliquer en tenant compte des contraintes financières ou architecturales.

Conception/aménagement de l'habitat et *smart home*

Dans le cadre d'une gestion énergétique soutenable (utilisation d'énergies renouvelables), les équipements devant répondre aux besoins de base (chauffage, rafraîchissement, électroménager…) devront, dans la mesure du possible, être connectables et soit pilotables, soit contrôlables par une interface. Un exemple en est la chaudière, qui devrait pouvoir être mise en route, arrêtée ou avoir sa puissance modulée par une commande extérieure reliée au système de gestion du *smart home*.

Copyright © 2014 Dunod.

4.1 Conception de l'habitat neuf

La solution idéale est l'habitat individuel ou groupé où les concepts d'optimisation et d'aménagement adapté au *smart home* peuvent être appliqués.

Dans le collectif, l'infrastructure (matériaux, isolation…) dépend du promoteur et il n'y a pratiquement aucune possibilité d'intervention sur cette partie-là. Cependant, l'aménagement intérieur reste possible, avec probablement un surcoût dû aux nécessités du *smart home* (câblage pour réseau spécifique, par exemple).

4.2 Adaptation de l'habitat existant

Comparé à l'habitat neuf, le fait d'adapter l'existant est plus contraignant tant sur le plan technique que financier.

La pose d'un câblage supplémentaire n'est pas toujours possible partout. Cependant, des solutions comme l'installation de plinthes creuses (figure 4.1), par exemple, permet le passage de câbles dédiés afin d'utiliser un système avec transmission par câble.



Figure 4.1 Plinthe avec prises électriques et Ethernet
Source : Hager

Il existe cependant des solutions où informations et commandes sont transmises par radio ou par le réseau électrique permettant malgré tout d'installer une technologie domestique transformant un habitat standard en *smart home*.

Des conditions préalables au *smart home*

Que ce soit dans le neuf ou l'existant, un des facteurs préliminaires au passage au *smart home* est la conception ou l'aménagement de l'habitat, qui devra répondre à des critères d'économie énergétique, de durabilité ou de respect de l'environnement (choix des matériaux, par exemple).

Copyright © 2014 Dunod.

5 Optimisation énergétique

Dès la phase de conception, l'efficacité énergétique doit être prise en compte. Cette approche doit se traduire, lors de l'étude de base, par des choix privilégiant d'une part des matériaux ayant une empreinte écologique réduite, d'autre part une consommation énergétique optimisée de l'habitat ou du bâtiment et enfin des équipements économes en énergie.

Une optimisation énergétique (chaleur et rafraîchissement, ventilation, éclairage, électroménager…) doit répondre à une consommation minimale et à un confort optimal (ressenti des occupants).

Labels ou réglementations

Selon les pays, divers labels ou réglementations régissent les constructions en fixant des valeurs de consommation, par exemple.

En France, la RT2012 (Réglementation Thermique 2012), appliquée depuis janvier 2013, fixe un certain nombre de critères comme la consommation en énergie primaire de 50 kWh/m^2.an pour cinq principaux usages.

En Allemagne, les programmes Effizienzhaus Plus ou Plus-Energie-Haus sont basés sur une approche de l'habitat (selon la réglementation EnEV 2012 ou *Energieeinsparverordnung*) ayant une consommation en énergie primaire négative. De nombreux projets sont déjà réalisés ou proposés par des promoteurs.

Le Code for Sustainable Homes, introduit en Angleterre en 2007, vise à améliorer les performances de l'habitat.

La certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) appliquée en 1998 aux États-Unis est divisée en plusieurs niveaux selon des critères comme la conception, la construction, les consommations…

Copyright © 2014 Dunod.

5.1 Habitat, confort et santé

La qualité de la construction pour pouvoir être labellisée ou répondre aux normes en vigueur ne doit pas faire passer au second plan la finalité de l'habitat : offrir un confort et un cadre agréable aux occupants.

Nuisances sonores, qualité de l'air intérieur et de l'eau sont des paramètres qui ne sont pas toujours pris en compte dans une course à l'amélioration technique de l'habitat. Ils sont cependant étroitement liés à la conception (structure des pièces et dépendances comme le garage) et à la construction ou à la décoration de l'habitat (qualité des matériaux, par exemple).

5.2 Prise de conscience des occupants

L'optimisation doit certes commencer par la structure de l'habitat mais elle doit se poursuivre par le choix adéquat des équipements ainsi que par une attitude raisonnée des occupants (sobriété).

L'optimisation énergique peut se baser d'abord sur une approche bioclimatique, qui utilise les facteurs naturels comme une orientation sud de la façade principale, une utilisation des éléments comme la végétation pour se protéger des vents ou s'abriter du soleil en été.

Les équipements peuvent représenter une consommation élevée d'électricité s'ils ne sont pas adaptés aux besoins ou s'ils ne sont pas récents. L'électroménager sobre permet une économie importante. Il en est de même pour les autres équipements, dont la taille et la consommation doivent être minimisées :

- le congélateur ou le réfrigérateur doivent avoir un volume en rapport avec le nombre et les besoins des occupants ;
- l'utilisation de lampes LED aujourd'hui (et OLED demain) permet aussi de réduire la consommation électrique tout en assurant une optimisation des sources d'éclairage ;
- d'un autre côté, une pompe à chaleur peut avoir une consommation en électricité très importante tout en étant imprévisible à moyen ou long terme, selon les températures hivernales très variables.

La meilleure gestion énergétique du *smart home* peut être mise en défaut si les occupants n'adoptent pas une approche basée sur une utilisation optimale des ressources.

Copyright © 2014 Dunod.

5.3 Énergies : où économiser ?

Si l'on considère l'habitat et la répartition de la consommation d'énergie, le premier poste est de loin le chauffage (figure 5.1). Si l'habitat répondant aux réglementations récentes est plus économe et nécessite moins d'énergie pour le chauffage, il ne représente cependant qu'une très faible partie du parc existant.

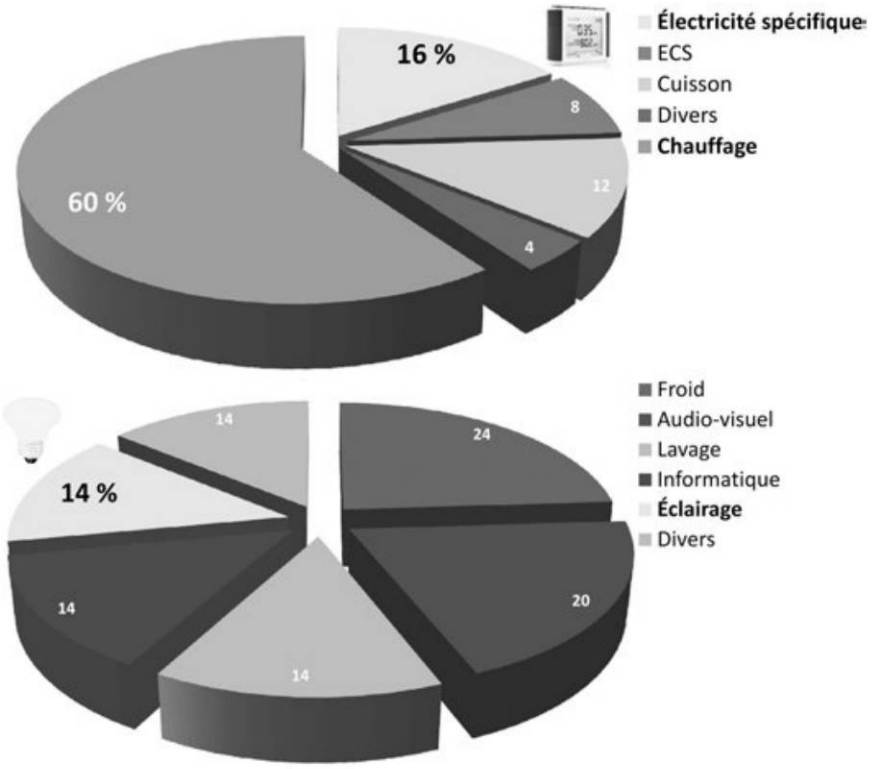


Figure 5.1 Consommation moyenne d'énergie et d'électricité d'un habitat conventionnel

Si on considère l'**éclairage**, pour lequel une automatisation promet des économies, il ne représente qu'environ 13 % de la consommation d'électricité, qui elle-même ne correspond qu'à 16 % de la consommation totale d'énergie. Au final, la contribution de l'éclairage n'est que d'environ 2 %. Une automatisation correspondra plus à un besoin de confort et de facilité de commande car une économie réelle sera plutôt obtenue par le remplacement des lampes par des LED, par exemple, et une organisation des sources lumineuses de façon plus efficace.

Cette faible économie au point de vue individuel ne doit cependant pas être perdue de vue car, étendue à l'échelle d'un pays (cumul de millions de petites économies), elle permettrait malgré tout une réduction de la facture énergétique globale.

Si, pour le **chauffage**, qui est toujours le poste le plus important au point de vue consommation, une rénovation énergétique (habitat, équipement de chauffage

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

efficace…) est la seule solution pour un gain substantiel, une automatisation peut ensuite, comme complément, assurer une gestion efficace de l'énergie.

Ne pas oublier les habitudes « naturelles »

Il faut cependant noter que cette optimisation ne doit pas se faire dans une approche technicienne, ce qui est le danger qui guette l'habitat (ou le bâtiment) économe tel que défini aujourd'hui. L'étanchéité à l'air et une régulation thermique optimale ne prévoient normalement pas l'ouverture des fenêtres, alors que c'est un geste naturel, surtout lorsqu'il fait beau (« laisser entrer le soleil »). L'usager doit pouvoir toujours reprendre la main sur le système.

Copyright © 2014 Dunod.

6 Autonomie

Le *smart home* implique l'utilisation d'équipements électriques, électroniques et informatiques. L'électricité est le « sang » nécessaire à leur fonctionnement. Or celle-ci peut être, selon les circonstances, indisponible. Il en est de même pour le chauffage si l'on utilise le gaz ou des granulés, par exemple. Anticiper des coupures ou des ruptures d'approvisionnement permet d'avoir un fonctionnement sans interruption.

6.1 Électricité

Sans électricité, pas de *smart home*, par conséquent se baser uniquement sur le réseau électrique externe n'offre pas une garantie d'approvisionnement fiable.

6.1.1 Solutions possibles

Les solutions existantes, face à une coupure d'électricité, permettent de faire face à un dysfonctionnement et d'être autonome pour une durée dépendant des choix technologiques.

Une solution optimale (figure 6.1) met en jeu :

- des panneaux solaires photovoltaïques ;
- un ou des (micro-)onduleur(s) ;
- un système de gestion de l'équilibre entre la production et la consommation ;
- un système de stockage d'électricité.

Cette solution permet une alimentation en électricité pendant une période variable selon le mode de stockage. Si une longue période d'autonomie et une puissance plus importante sont nécessaires, on peut faire appel à d'autres équipements plus adaptés.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Des coupures d'électricité possibles toute l'année

Les coupures sont surtout provoquées par des intempéries. Ce n'est cependant pas seulement en hiver que les risques de coupures existent.

- En septembre 2011, plus de 6 millions de foyers ou d'entreprises à Séoul et d'autres régions de Corée se sont vus privés d'électricité entre 40 minutes et plus de 4 heures.
- En juillet 2012, plus de 600 millions de personnes étaient sans électricité dans le nord et l'est de l'Inde (20 États sur 28 touchés), certains jusqu'à 14 heures.
- En décembre 2012, l'ouragan Sandy a dévasté la côte est des États-Unis. Au départ, plus de 8 millions de ménages sont touchés et certains quartiers sont restés jusqu'à 13 jours sans électricité.
- En Allemagne, entre octobre 2012 et mai 2013, près d'une trentaine de coupures de courant ont été observées. Si la plupart ont été de courte durée (une heure en moyenne), la ville de Munich a été la plus atteinte en novembre 2012 avec 450 000 habitants ainsi que magasins, bureaux, trams, métro et feux de circulation privés d'électricité.
- En janvier 2013, plus de 70 000 foyers des Hauts-de-Seine étaient sans électricité suite à un incendie dans un poste de transformation. De plus, toutes les activités (commerces, trafic…) ont été perturbées.
- En juillet 2013, suite à de violents orages, jusqu'à 200 000 foyers français étaient privés d'électricité, certains pendant plus de deux jours.
- Fin octobre 2013, l'ouragan Christian a touché l'Angleterre, l'ouest et le nord de la France, le nord de l'Allemagne ainsi que les Pays-Bas, le Danemark et la Suède, laissant des centaines de milliers de personnes sans électricité (75 000 en France, 660 000 en Angleterre).
- Début décembre 2013, le violent ouragan Xaver a laissé sans électricité 400 000 personnes en Pologne, 100 000 en Angleterre et Écosse, 50 000 en Suède et 4 000 en Allemagne.
- Mi-décembre 2013, la tempête Dirk sévit en Europe et touche au départ la façade ouest de la France laissant plus de 240 000 personnes sans électricité. Il en était de même pour 88 000 foyers en Galice et 100 000 en Angleterre.

Le réchauffement climatique global semble se traduire par une augmentation des phénomènes extrêmes entraînant des perturbations importantes dans les circuits de communication (routes, trains, avions) et énergétiques (coupures d'électricité).

Une coupure d'électricité ne perturbe pas seulement les fonctions domestiques primordiales (informatique, communication interne) mais aussi tous les appareils électroménagers, le multimédia, l'éclairage ainsi que le chauffage ou la ventilation.

Le minimum est l'installation d'un onduleur (figure 6.2) permettant de maintenir le fonctionnement des équipements vitaux pour le fonctionnement du *smart home*.

Copyright © 2014 Dunod.

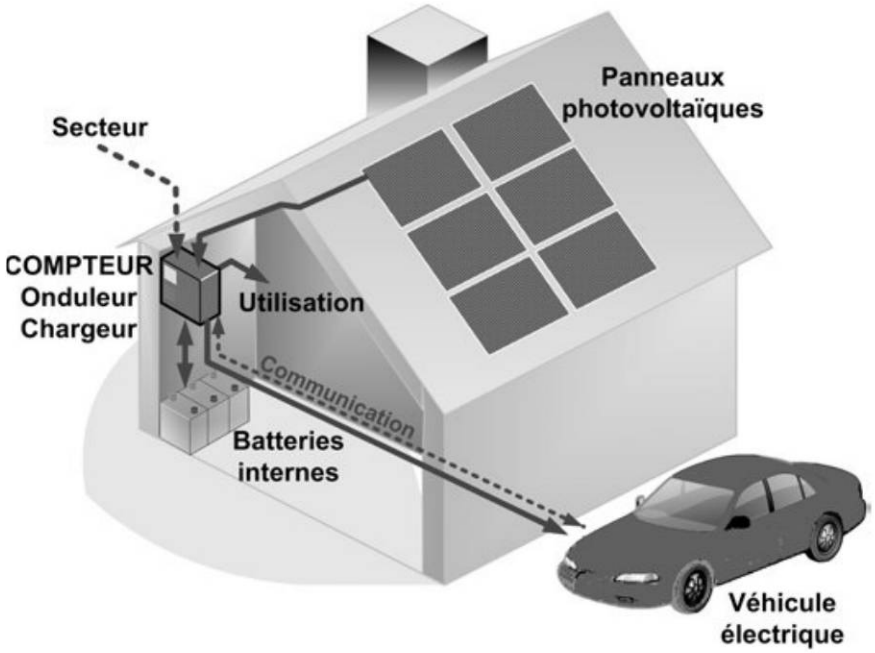


Figure 6.1 Schéma de base du stockage d'électricité dans un *smart home*

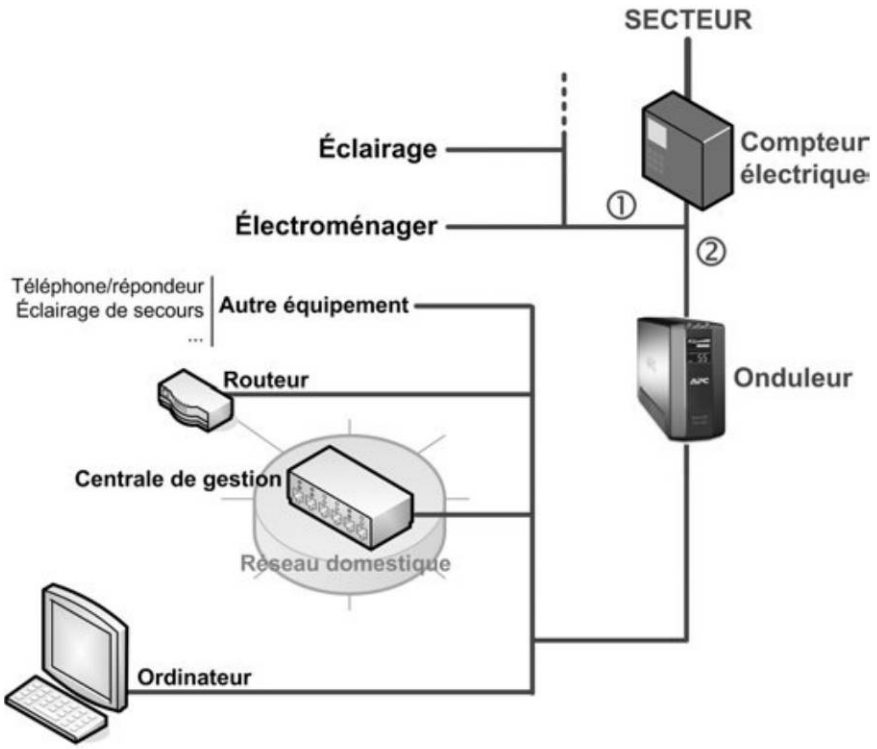


Figure 6.2 Protection contre les coupures par onduleur

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le réseau électrique ① alimente les équipements domestiques ne devant pas être prioritairement alimentés en cas de coupure. Le réseau ② passe par l'onduleur et alimente les équipements devant impérativement rester sous tension, même en cas de coupure de courant. Même si elle est de faible durée (microcoupures), l'onduleur permet un fonctionnement fiable.

6.1.2 Photovoltaïque et stockage d'électricité

Parmi les limitations du photovoltaïque, on trouve d'une part la production d'électricité uniquement en journée et d'autre part une puissance instantanée très dépendante de l'ensoleillement. Pour compenser ces limitations, un stockage de l'électricité, préférable à une vente totale du surplus, est à prévoir lorsque la production excède la consommation afin d'avoir une source d'approvisionnement interne (figure 6.3).

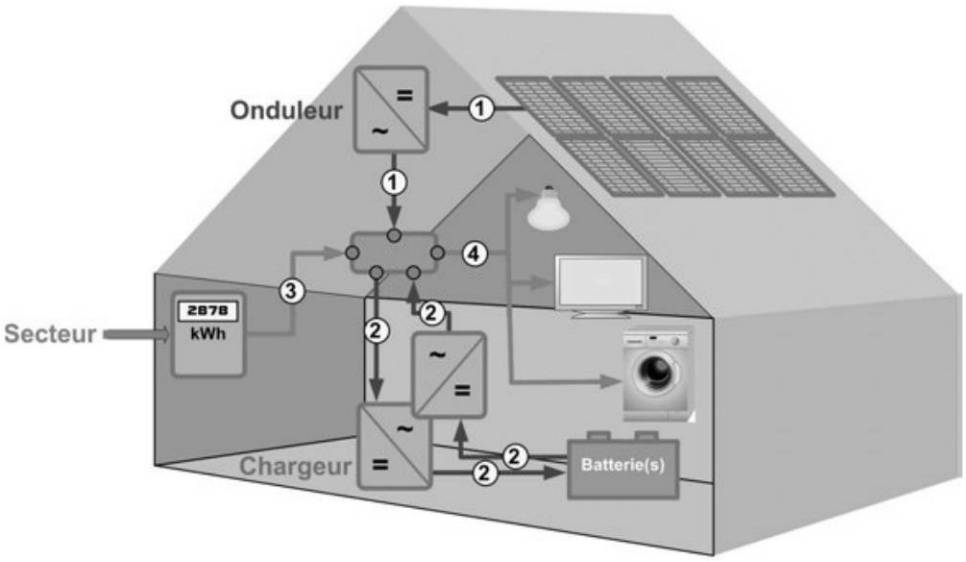


Figure 6.3 Schéma d'autonomie électrique

Actuellement, seul le stockage dans des batteries est possible, les autres solutions potentielles, comme la transformation en hydrogène par électrolyse, sont encore à développer, au moins pour une utilisation à petite échelle. Si les batteries au plomb sont les plus répandues, cela est dû à leur coût acceptable malgré leur durée de vie limitée et leur faible taux de décharge. Les technologies au LiIon ou LiFeP (lithium-fer-phosphate) sont encore trop coûteuses. Leur développement est lié à celui, encore embryonnaire, du véhicule électrique qui en fait usage.

Des systèmes autonomes gérant les différentes sources d'électricité et le stockage sont malgré tout déjà commercialisés. La figure 6.4 montre une unité de gestion et de stockage utilisant des batteries LiFeP (lithium-fer-phosphate) sous forme de

Copyright © 2014 Dunod.

modules de 6 kg. L'unité peut fournir 3,7 kWh avec un maximum de 13,8 kWh si tous les modules sont installés. Une puissance de 3,7 kWh permet de couvrir les besoins de base de l'habitat économe (environ 300 W) pendant plus de 12 heures. Le coût de l'unité standard est de l'ordre de 12 000 euros en 2013.



Figure 6.4 Système de stockage d'électricité (Varta Engion)
Source : Photo de l'auteur – Salon ISH 2013, Francfort

Certains promoteurs ont pris conscience de cette faiblesse et proposent un système complet pour l'habitat. **Weberhaus**, en Allemagne, avec le concept generation5.0 couvre tous les aspects de l'électricité : production locale (panneaux photovoltaïques), stockage (batteries) et gestion entre production et consommation (incluant aussi l'intégration d'un véhicule électrique) pour une utilisation rationnelle de l'électricité produite.

Le modèle illustré figure 6.5 dispose de 60 panneaux photovoltaïques d'une surface de 18,3 m^2 fournissant une puissance crête de 11,1 kW.

L'électricité produite est utilisée en interne et le surplus stocké dans des batteries, le système étant fourni par la société SolarWorld (figure 6.6).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 6.5 Habitat generation5.0
Source : Weberhaus



Figure 6.6 Stockage local d'électricité
Source : Weberhaus

Copyright © 2014 Dunod.

Le système de gestion production/consommation permet une utilisation de l'électricité stockée lors des périodes où il n'y a aucune production. La figure 6.7 illustre cette gestion pour une journée ensoleillée.

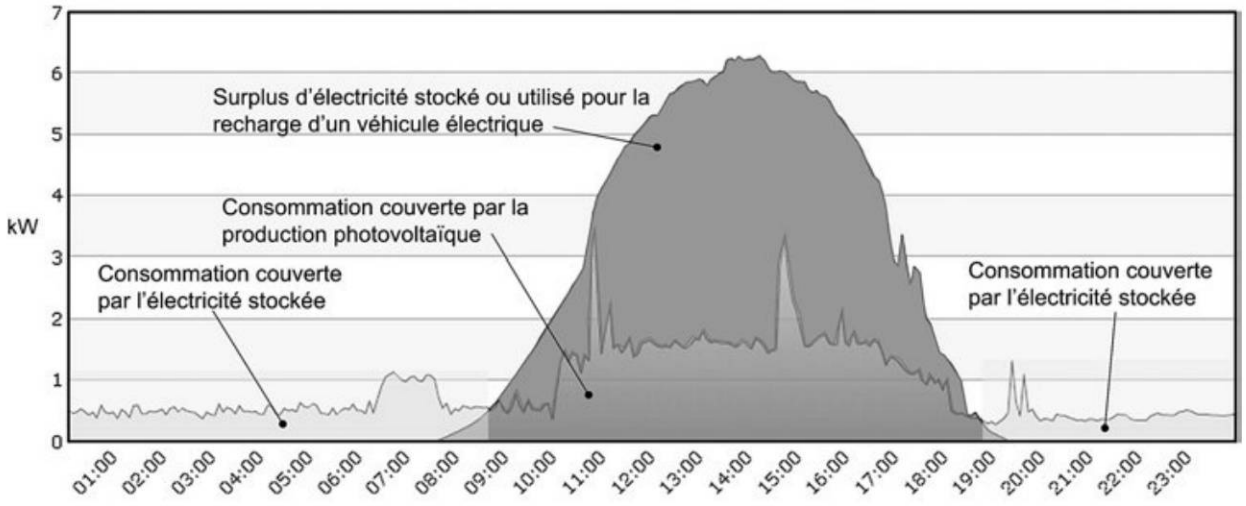


Figure 6.7 Gestion de l'électricité en surplus
Source : Graphique Weberhaus

L'électricité en surplus peut être injectée dans le réseau ou aussi servir à la charge d'un véhicule électrique (figure 6.8).



Figure 6.8 Charge d'un véhicule électrique
Source : Weberhaus

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le fantasme du véhicule électrique est toujours bien ancré : bien que les ventes ne décollent pas (120 000 véhicules en 2012 au niveau mondial pour près de 82 millions de technologie conventionnelle), le véhicule électrique est souvent présenté comme un complément d'une installation photovoltaïque pour utiliser l'électricité en surplus. Cette situation pourrait éventuellement changer avec le véhicule hybride rechargeable (PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) dont le développement et la commercialisation sont plus prometteurs.

De plus, dans l'habitat generation5.0, le chauffage est aussi assuré par une installation solaire thermique de la société Paradigma.

Une gestion optimisée nécessaire

La gestion de l'électricité est un facteur important dans le fonctionnement fiable du *smart home*. De plus, le prix croissant de l'électricité doit s'accompagner de son utilisation optimisée et de l'autoconsommation maximale de celle d'origine renouvelable produite localement.

6.2 Chauffage

Le confort est aussi de pouvoir chauffer l'habitat lorsque cela est nécessaire. Même si l'approvisionnement en gaz naturel est très fiable, il faut prévoir une solution alternative permettant de s'affranchir des aléas éventuels.

L'approvisionnement en gaz naturel peut être perturbé

En janvier 2009, la Russie qui fournissait près de 40 % du gaz naturel utilisé en Europe a stoppé la livraison de gaz à l'Ukraine. Comme les gazoducs fournissant le gaz à l'Europe traversent l'Ukraine, la Russie a interrompu la livraison afin d'éviter que l'Ukraine n'utilise ce gaz naturel. Il en est résulté un arrêt de l'approvisionnement de gaz naturel de l'Europe pendant plusieurs jours.

En 2012, la Grande-Bretagne est aussi passée près de la pénurie en gaz naturel suite à un stockage insuffisant.

Copyright © 2014 Dunod.

Pour une certaine autonomie de chauffage, les solutions possibles sont :

- un poêle (ou une unité de micro-cogénération) à granulés ;
- un système d'appoint solaire combiné (eau chaude et chauffage) ;
- un système hybride combinant une des deux techniques avec une solution classique (gaz naturel par exemple).

Plus l'habitat est isolé thermiquement, moins les besoins pour le chauffage sont importants, d'où l'intérêt d'une conception ou d'une rénovation (isolation par l'extérieur par exemple) conduisant à une faible consommation.

6.3 Électricité et chauffage

Une technologie regroupe les deux fonctions : la cogénération ou micro-cogénération pour les faibles puissances.

Une unité de micro-cogénération peut être décrite comme un groupe électrogène avec récupération de la chaleur produite (figure 6.9). Le bilan global est un rendement énergétique élevé.

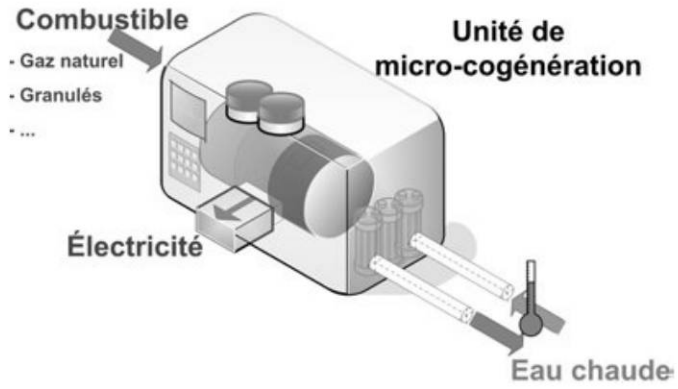


Figure 6.9 Principe d'une unité de micro-cogénération

On peut distinguer deux familles d'unités de micro-cogénération :

- celles utilisant un moteur thermique (conventionnel 4-temps ou de type Stirling) où l'énergie mécanique est transformée en électricité par un générateur ;
- celles produisant directement l'électricité par une réaction chimique : les piles à combustible.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les avantages de la micro-cogénération sont d'une part une production d'électricité adaptée aux besoins (choix de la puissance maximale, éventuellement modulable de l'unité) et d'autre part un fonctionnement en continu tant que l'unité est alimentée en combustible (l'utilisation de granulés avec moteur Stirling assure aussi une autonomie). La chaleur produite peut être utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage) ou stockée pour un usage ultérieur (figure 6.10).



Figure 6.10 Unités de micro-cogénération à moteur Stirling à granulés (ÖkoFEN à gauche) et à pile à combustible (Baxi Innotech à droite) de 1 kW électrique

Source : Photos de l'auteur – Salon ISH 2013, Francfort

Bien qu'elle soit encore relativement peu répandue, la micro-cogénération présente de nombreux avantages pour le *smart home* en termes d'autonomie et de fiabilité en permettant un approvisionnement thermique et électrique fiable. Des unités compactes (de la taille d'une chaudière murale ou d'un lave-vaisselle) permettent leur intégration même dans un habitat de petite surface (figure 6.11).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 6.11 Unités de micro-cogénération compactes à moteur Stirling (Viessmann à gauche) et à pile à combustible (Elcore à droite) respectivement de 1 et 0,3 kW électrique
Source : Photos de l'auteur – Salon Be+ 2012 et Hannover Messe 2012

Une nouvelle approche de l'habitat

Les contraintes énergétiques (prix croissant, approvisionnement non garanti…), les besoins globalement en augmentation, les normes de plus en plus sévères font que la conception et la réalisation de l'habitat doivent être revues à la lumière de ces nouveaux paramètres. Architecture et design doivent s'approprier ces facteurs énergétiques et surtout les intégrer dans leur approche.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

C

GESTION GLOBALE

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

7 Structure générale

Un *smart home* peut être considéré comme étant formé d'un réseau reliant les différents équipements assurant diverses fonctions et pouvant communiquer entre eux et/ou avec un système central. Tous les composants du réseau utilisent un même langage ou protocole pour échanger données et commandes.

Qu'est-ce qu'un réseau ?

Un réseau domestique se compose d'une « colonne vertébrale » à laquelle les équipements du *smart home* sont connectés soit de façon matérielle (câble, fibre optique… formant un bus où courant et/ou données et commandes circulent) ou immatérielle (radio, lumière…). La structure du réseau définit sa topologie, c'est-à-dire comment les différents équipements le long du réseau sont regroupés (en anneau, étoile ou arborescence).

Qu'est-ce qu'un protocole ?

Il s'agit d'un jeu de règles (ou *Guidelines*) pour une communication entre les différents équipements d'un réseau.

Ethernet, TCP/IP, les premiers réseau et protocole

Ethernet, développé dans les années 1970 par le centre de recherche de la société Xerox, est un réseau basé sur une liaison par câble (paire torsadée). Chaque élément du réseau possède une adresse unique (MAC ou *Media Access Control*) attribuée par l'organisme IEEE à chaque constructeur qui ajoute un numéro de série correspondant à un équipement défini. La communication se fait selon le protocole TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) développé à partir de 1977 où les données sont transmises par paquets, puis réassemblées lors de la réception. L'adresse IP d'un équipement connecté à Internet (ordinateur, routeur…) est attribuée par l'organisation Arin.

Pour une utilisation privée (réseau local), une série d'adresses IP spéciales est réservée comme, par exemple, celles comprises entre 10.0.0.0 et 10.255.255.255.

Copyright © 2014 Dunod.

7.1 Gestion centrale

La première approche est celle d'une gestion ou programmation centrale (figure 7.1), ce qui n'exclut pas une « autonomie » possible pour certains éléments, mais restant malgré tout reliés à cette centrale.

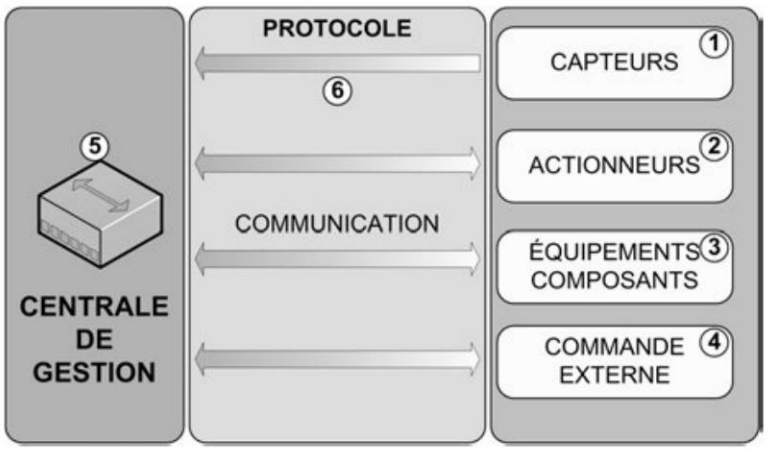


Figure 7.1 Schéma de base d'une gestion centralisée d'un *smart home*

Une gestion centrale permet :

- une intégration de toutes les fonctions ;
- une interaction possible entre tous les acteurs ;
- une programmation centrale des actions à effectuer.

Cette gestion comprend :

- des capteurs ① informant sur l'environnement (température, présence, contact, fumée…) ;
- des boutons-poussoirs permettant à l'occupant d'activer manuellement certaines fonctions (éclairage…) ;
- des écrans (tactiles, smartphones/tablettes, ordinateurs) pour interagir à distance, que ce soit dans l'habitat ou de l'extérieur ;
- des actionneurs ② agissant sur certains éléments (verrouillage de fenêtres, ouverture de portes, volets roulants électriques, robinets thermostatiques…) ;
- des équipements ③ couvrant certaines fonctions gérées par le système central (chauffage, électroménager, multimédia…) ;
- l'interaction de l'utilisateur par des commandes externes ④ à la logique de la centrale de gestion ⑤ (forcer certains éléments à agir selon les besoins instantanés).

Copyright © 2014 Dunod.

La communication entre tout cet ensemble est assurée par un protocole commun ⑥. Cette approche nécessite cependant une centrale en service permanent dont la fiabilité doit être maximale.

7.2 Gestion semi-autonome

Le système central de gestion n'agit pas nécessairement directement sur les équipements à contrôler. En fonction du type d'équipement, des interfaces assurent la conversion du signal de commande en un signal utilisable par l'équipement. Ces interfaces peuvent être sous forme de boîtier externe (pour l'éclairage) ou intégrés à l'équipement (électroménager par exemple).

En fonction du protocole utilisé, ces interfaces (figure 7.2) peuvent avoir une certaine « autonomie » et communiquer directement avec certains capteurs ou actionneurs. La fonction éclairage peut être composée de boutons-poussoirs ou de variateurs agissant directement, mais aussi reliés à l'interface commune. Cette dernière peut recevoir directement le signal d'un capteur de luminosité pour piloter l'intensité de l'éclairage. Elle peut aussi être reliée à la centrale de gestion qui assure alors l'extinction de tous les éclairages, par exemple, lorsque cette commande est initiée par l'utilisateur.

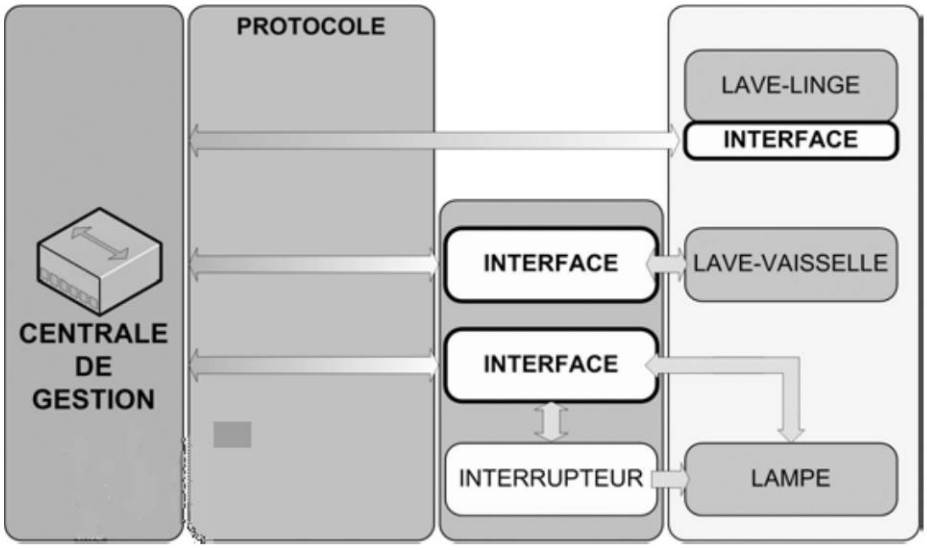


Figure 7.2 Schéma de communication avec interfaces semi-indépendantes

Cette approche permet d'avoir un système central plus simple car une partie des fonctions est reportée vers les interfaces.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

7.3 Gestion décentralisée

Une autre option est d'avoir un système basé sur des éléments indépendants utilisant cependant le même protocole et avec des fonctions intrinsèques éventuellement préprogrammées (figure 7.3). Ce système peut fonctionner sans unité centrale de gestion. La commande par l'utilisateur se fait soit directement par des boutons-poussoirs, soit par un écran tactile, une tablette ou un smartphone par exemple.

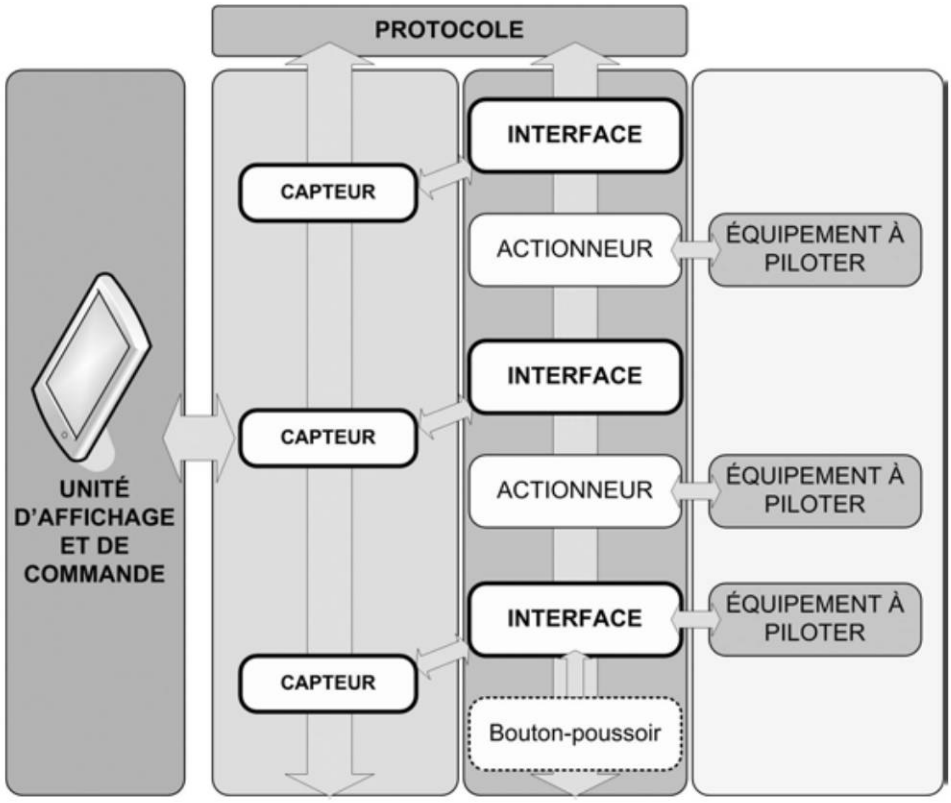


Figure 7.3 Schéma de communication avec interfaces décentralisées

Une lampe pourra être commandée depuis un bouton-poussoir dans la pièce (allumage, extinction, variation), depuis une télécommande dédiée ou depuis un smartphone. Un volet roulant sera automatiquement asservi à la luminosité et/ou à la température de la pièce (capteurs et actionneurs étant directement reliés) avec possibilité d'intervenir manuellement.

7.4 Système ouvert ou propriétaire ?

Un système ouvert est basé sur un protocole de communication standard et reconnu par un ou des organismes internationaux, alors qu'un système propriétaire est

Copyright © 2014 Dunod.

fourni par un seul fournisseur qui l'a développé en interne et qui utilise un protocole propre (tableau 7.1).

Tableau 7.1 Système ouvert ou propriétaire

	Système ouvert	Système propriétaire
⊕	Large choix d'équipements	Facilité d'installation
⊕	Large panel de fournisseurs	Garantie de fonctionnement
⊕	Pérennité garantie	
–		Lié à une entreprise
–		Coûts fixés par l'entreprise
±		Pérennité de l'entreprise
±		Choix peut être limité
±		Évolution plus ou moins limitée
±	Intégration peut être complexe	

Pour une application complète, le choix doit se porter préférentiellement sur un système ouvert qui garantit une disponibilité et une évolution dans le temps. Un système propriétaire peut se justifier si les « risques » sont analysés et les limitations éventuelles connues. Certains systèmes propriétaires proposent des passerelles (*gateways*) permettant une liaison vers des composants d'un autre système.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

8 Mode de gestion globale

La gestion du *smart home* permet un pilotage basé sur des critères définis par et pour l'utilisateur. Elle autorise aussi des actions mettant en jeu différents composants de l'habitat, soit avec des possibilités d'interactions entre eux, soit en les activant en même temps par une seule commande. Le type de gestion globale du système varie en fonction des approches suivies par les concepteurs.

8.1 Centrale informatique

Dans cette option (figure 8.1), le logiciel de gestion est installé sur un ordinateur et communique par une interface matérielle avec les différents composants domestiques (capteurs, actionneurs, équipements…).

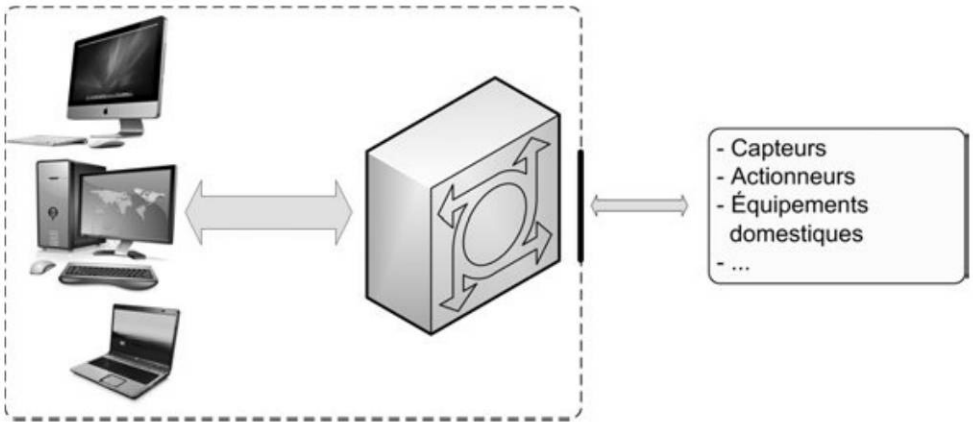


Figure 8.1 Gestion globale par ordinateur

Il peut s'agir d'un ordinateur portable, d'une tour ou mini-tour, d'un serveur ou même d'une tablette fonctionnant sous un système d'exploitation standard (Windows, Mac, Linux ou éventuellement Android). Souvent, ces systèmes nécessitent une liaison constante avec l'ordinateur, qui doit être en fonctionnement continu.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

8.2 Centrale dédiée

Elle est généralement intégrée à un boîtier spécifique qui contient le logiciel et parfois les interfaces (figure 8.2). La programmation et/ou la commande se font par un écran intégré, un ordinateur ou une tablette tactile, par exemple.

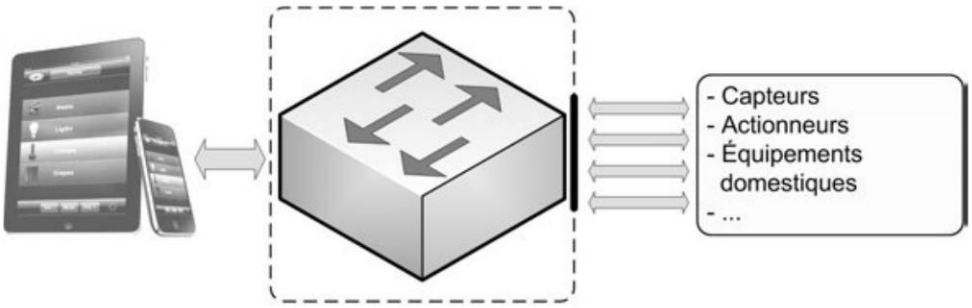


Figure 8.2 Gestion centrale par unité dédiée

L'unité dédiée (figure 8.3) peut utiliser tout système d'exploitation (Windows, Unix…) et tout protocole de communication, qu'il soit standard ou propriétaire.



Figure 8.3 Gestion centrale par serveur dédié tebis
Source : Hager

8.3 Gestion décentralisée

Dans cette approche, chaque élément assurant une ou plusieurs fonctions agit de façon autonome. Cet élément peut être programmé auparavant soit directement par le constructeur, soit par l'intermédiaire d'un ordinateur ou d'une centrale de gestion, puis les paramètres sont transférés vers cet élément qui fonctionne de façon indépendante tout en utilisant le même protocole que tous les autres éléments du système (figure 8.4).

Copyright © 2014 Dunod.

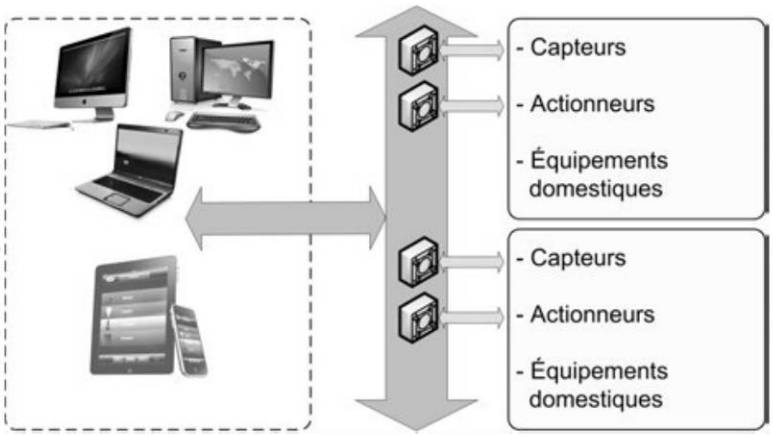


Figure 8.4 Gestion globale décentralisée

Chaque élément peut communiquer avec un ou plusieurs autres pour étendre sa fonctionnalité.

Une interface utilisateur (écran tactile, tablette, smartphone) permet de contrôler et/ou de piloter le système.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

9 Connectivité

L'unité centrale de gestion ou les éléments du système décentralisé doivent communiquer avec les éléments correspondant du système domestique. Cette liaison peut être réalisée par fil ou sans fil, selon les possibilités offertes par l'habitat ou le choix technique.

9.1 Liaison filaire dédiée

L'installation nécessite la pose d'un réseau dédié à la communication entre les éléments du système. Ce câblage doit couvrir tout l'habitat et idéalement être prévu pour toute extension possible. Le réseau filaire permet aussi l'alimentation des différents composants (généralement en courant continu basse tension).

Demain : la fibre optique et l'optoélectronique ?

La fibre optique (en verre ou en plastique – POF *Plastic Optical Fiber*) peut aussi être utilisée pour transmettre des données ou des commandes… Elle se caractérise par une fiabilité (insensibilité aux interférences électromagnétiques) et un débit très important ainsi que par une confidentialité des donnés y circulant (aucun champ électromagnétique émis). Des circuits permettant la conversion signal numérique / modulation de lumière assurent l'interface pour la transmission par fibre optique.

Si le standard le plus répandu est le réseau Ethernet à paire torsadée, les réseaux standards du *smart home* peuvent aussi utiliser des câbles spécifiques.

Copyright © 2014 Dunod.

9.2 Liaison filaire non dédiée

Les courants porteurs en ligne (CPL) utilisent l'installation électrique pour transmettre et recevoir des informations et commandes. Ce type de liaison est adapté à l'habitat existant, car il utilise le réseau électrique déjà en place.

La standardisation de cette technologie a été obtenue par la création de la *HomePlug Powerline Alliance* en mars 2000.

Courant porteur en ligne

Cette technologie permet la transmission de données par le circuit électrique : un signal de fréquence élevée (1,6 à 30 MHz) est superposé à la fréquence du secteur (50 ou 60 Hz selon les pays). Les débits théoriques vont jusqu'à 200 Mbit/s (norme Homeplug AV2). Si les signaux circulent surtout dans le circuit domestique, le compteur n'est pas une barrière, même s'il entraîne une dégradation. Un cryptage des données permet une sécurisation des informations.

Si elle ne nécessite pas de travaux spécifiques et permet une mobilité des équipements connectés, la qualité de l'installation électrique aura une influence sur la fiabilité de la transmission.

9.3 Liaison radio

La centrale de gestion ou chaque module émetteur communiquent avec les modules de commande des équipements par **ondes radio** sur une fréquence dédiée. Chaque module utilise généralement un émetteur-récepteur. Les modules de commande comprennent un récepteur qui pilote l'équipement correspondant (lampe, volet roulant…), directement ou par l'intermédiaire d'une interface, et souvent un émetteur pour transmettre le statut de l'équipement (volet roulant baissé de 50 %, par exemple) afin d'informer le module émetteur et donc l'utilisateur du bon fonctionnement.

Ces systèmes utilisent des fréquences dites libres, c'est-à-dire sans déclaration préalable par l'utilisateur, qui varient selon les pays.

Copyright © 2014 Dunod.

Radio et CPL : SNUPI

Des chercheurs de l'Université de Washington et du Georgia Institute of Technology ont découvert que le réseau électrique pouvait agir comme antenne pour des émetteurs de très faible puissance. Ces émetteurs envoient vers un récepteur un signal à une fréquence de 27 MHz qui entre en résonnance avec le fil de cuivre. Cette technologie (SNUPI ou *Sensor Nodes Utilizing Powerline Infrastructure*) permet de développer des capteurs à très faible puissance d'émission donc d'augmenter considérablement la durée de vie des piles. Une première application est le détecteur de fuite d'eau Walli de la société SNUPI Technologies.

9.4 Comparaison

Selon les possibilités (ou les limitations) du type de connexion choisie, une décision va s'imposer en fonction de critères objectifs (tableau 9.1).

Tableau 9.1 Comparaison des différents types de connexions

Caractéristiques	Liaison filaire	Liaison CPL	Liaison radio
Installation	Peut être complexe (habitat existant)	Pas nécessaire	Pas nécessaire
Coûts d'installation	Faibles si prévus à la construction sinon ils peuvent être élevés	Nuls	Nuls
Extensions	Peuvent être complexes (câblage supplémentaire)	Plus ou moins faciles	Faciles
Interventions	Peuvent être complexes selon défaut	Faciles	Faciles
Consommables	Aucun	Aucun	Piles (sauf technologie EnOcean)
Flexibilité	Liée au réseau installé	Liée au réseau électrique	Élevée

Certains protocoles utilisent plusieurs modes de liaison, en fonction des modules (emplacement, par exemple) : une liaison filaire formera l'ossature principale du réseau (*backbone*) et certains composants (détecteur de présence, de fumée, boutons-poussoirs…) seront reliés par radio soit aux autres composants, soit au serveur central. Cette approche permet de positionner librement ces modules.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Protocoles de communication

Le réseau transporte les informations nécessaires au fonctionnement des équipements du *smart home* qui communiquent entre eux et éventuellement avec la centrale de gestion en utilisant un « langage » commun (protocole). Celui-ci permet le transfert des données, des informations et des commandes.

Selon les constructeurs, le protocole utilisé peut soit être reconnu internationalement comme standard, soit être propre à une société (protocole propriétaire).

Copyright © 2014 Dunod.

10 Fonctions contrôlables directement

Le système de gestion du *smart home*, centralisé ou non, permet de gérer directement certaines fonctions : les commandes nécessaires avec leurs paramètres sont intégrées ou intégrables aux différents systèmes proposés. Les équipements à contrôler (éclairage, chauffage, sécurité…) sont disponibles et ne nécessitent qu'une connexion directe ou indirecte au réseau.

Chaque fonction de l'habitat pouvant être prise en charge par un système domotique y sera reliée par un module ou une **interface de commande** qui convertira en actions les ordres (programmés ou issus de l'utilisateur) envoyés par l'**interface de pilotage** (figure 10.1). Ce module sera connecté au réseau par fil ou radio.

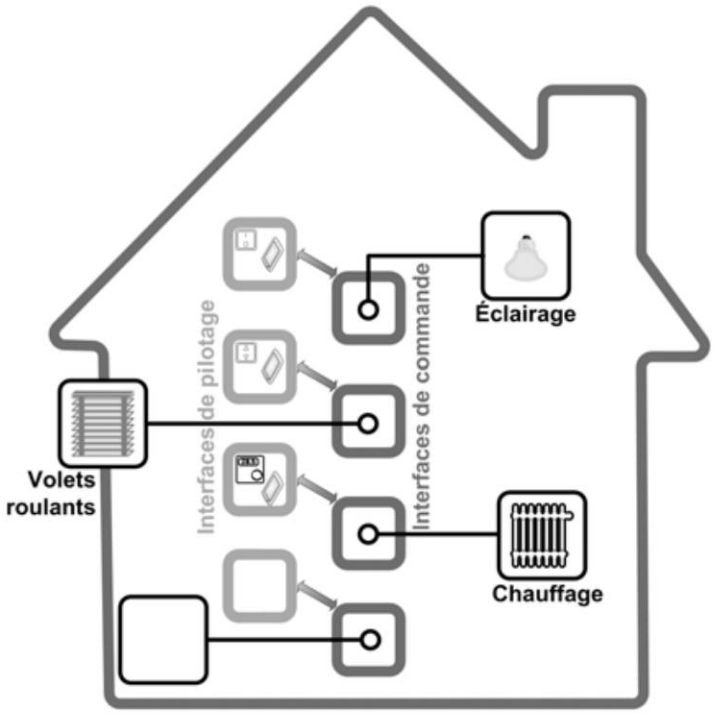


Figure 10.1 Fonctions du *smart home* pilotables directement

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les modules prenant en charge ces fonctions vont dépendre du protocole utilisé. Leur choix et la diversité seront aussi fonction du protocole. La liste des modules décrits ci-dessous ne se prétend pas exhaustive. Les constructeurs rivalisent d'inventivité pour intégrer de plus en plus d'équipements domestiques au système *smart home*.

Connectivité et intégration

La caractéristique principale de ces équipements est leur **connectivité** et leur **intégration** au réseau domestique permettant leur fonctionnement, leur commande et leur contrôle à partir d'une seule interface. Cette approche permet aussi l'échange d'informations (renseignement sur l'état) et de données (transmission de la température, par exemple).

10.1 Commande des différents modules

La commande pourra se faire par un bouton-poussoir ou un clavier (figure 10.2), une télécommande ou un clavier tactile (figure 10.3), une interface tactile (clavier, écran, smartphone, tablette – figures 10.4 et 10.5) ou un ordinateur.



Figure 10.2 Boutons-poussoirs et claviers de commande
Sources : Hager

Il sera possible de commander un seul équipement (lampe, volet roulant…), une série d'équipements (plusieurs lampes ou volets roulants…) ou de lancer un scénario (*scenes*, en anglais) combinant différents équipements (éclairage et volets roulants, par exemple).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 10.3 Télécommande conventionnelle et clavier tactile
Sources : Delta Dore et LCN



Figure 10.4
Interfaces tactiles (smartphone, tablette)
Source : Delta Dore



Figure 10.5 Interfaces tactiles (écrans dédiés)
Sources : Delta Dore et Control4

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La commande pourra être en tout ou rien (lampe allumée ou éteinte, volet roulant monté ou baissé) ou variable (intensité d'une lampe, niveau d'un volet roulant, température de consigne du chauffage…) : une pression courte allumera ou éteindra la lampe et une pression maintenue fera varier l'intensité de l'éclairage. Si un écran tactile est utilisé, une autre option proposée est de faire varier la lumière ou baisser le volet roulant par un glissement du doigt sur l'écran jusqu'à la position désirée.

10.2 Gestion du confort et des énergies

10.2.1 Éclairage

Les modules de commande des lampes seront placés soit au niveau de l'interrupteur, soit sur le circuit électrique alimentant la ou les lampes, soit dans le tableau électrique (figure 10.6). Ils permettent d'allumer ou d'éteindre la ou les lampes, de faire varier l'intensité lumineuse ou de régler la durée de fonctionnement (minuterie).

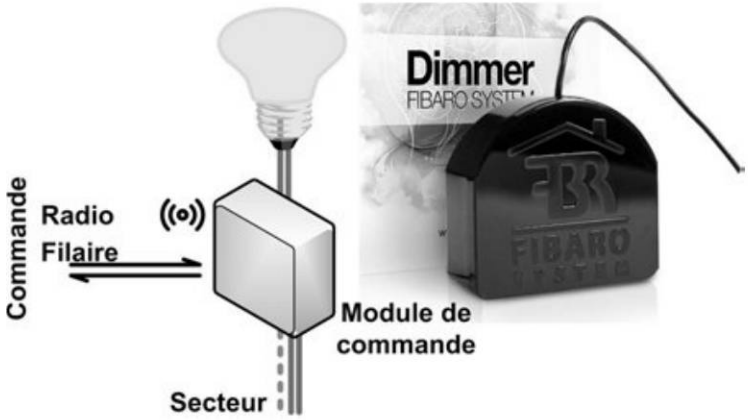


Figure 10.6 Modules de commande d'éclairage
Source : Fibar Group

Des capteurs de luminosité et/ou de présence (figure 10.7) permettent de piloter soit l'éclairage pour équilibrer celui artificiel avec l'éclairement naturel, soit des volets roulants ou brise-soleil pour éviter une surchauffe de la pièce en été.

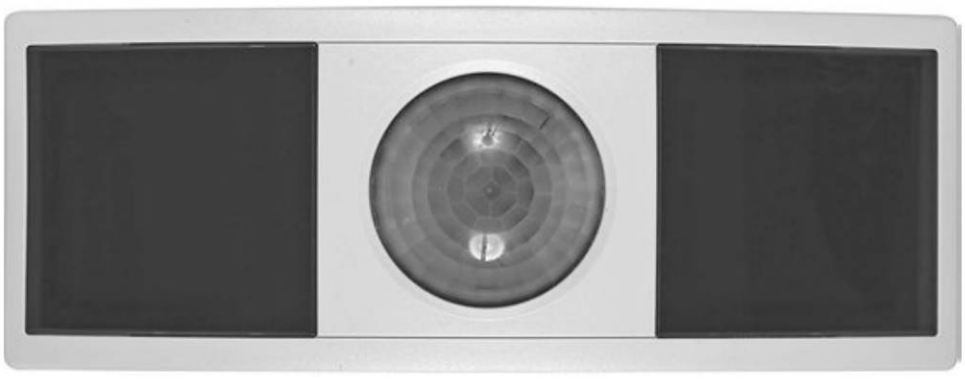


Figure 10.7 Capteur de présence et de luminosité
Source : PEHA

Copyright © 2014 Dunod.

10.2.2 Volets roulants, stores, marquises, rideaux

Comme pour l'éclairage, ces éléments seront commandés par un module placé sur l'alimentation électrique du moteur correspondant (figure 10.8).

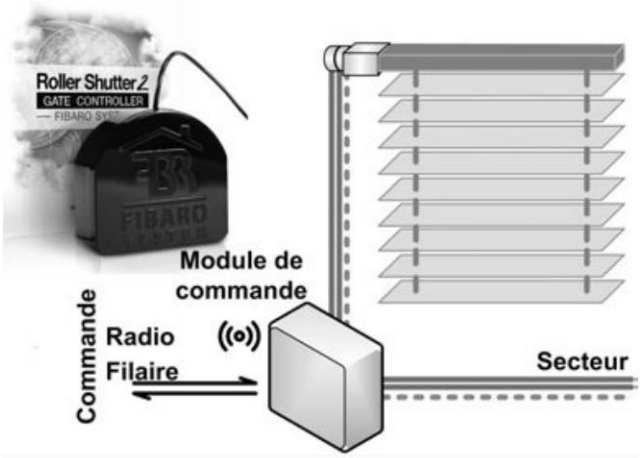


Figure 10.8 Module de commande de volet roulant
Source : Fibar Group

10.2.3 Chauffage, climatisation, rafraîchissement

La régulation de température est commandée par un thermostat (figure 10.9), idéalement un par pièce. Selon le type de chauffage (radiateurs, plancher ou mur chauffant), une régulation appropriée sera utilisée : robinets thermostatiques, rampe de réglage pour plancher chauffant…



Figure 10.9 Thermostat
Source : Hager

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les actionneurs pour robinets thermostatiques (figure 10.10) sont en général commandés par radio et utilisent le plus souvent une ou des piles pour le récepteur et le moteur électrique.



Figure 10.10
Robinet thermostatique commandé par radio
Source : RWE SmartHome

10.2.4 Position des portes et fenêtres

La gestion du chauffage ou du rafraîchissement peut aussi être modulée en fonction de la température extérieure et/ou de l'ouverture des portes ou fenêtres.

En hiver, si le chauffage fonctionne dans une pièce et que la fenêtre est ouverte ou basculée, la régulation sera baissée afin de ne pas gaspiller de l'énergie. Un capteur placé sur la porte ou la fenêtre (figure 10.11) transmettra leur position au système de régulation thermique.



Figure 10.11
Capteurs de position de porte ou de fenêtre
Source : Hager et PEHA

Copyright © 2014 Dunod.

En été, rafraîchir l'habitat la nuit pourra se faire automatiquement par des fenêtres de toit à commande électriques (Velux ou Fakro, par exemple).

10.2.5 Mesure d'énergie

L'affichage de l'énergie consommée globalement ou par appareil, en général valable uniquement pour l'électricité, fait partie des fonctions offertes par les différents protocoles soit directement (le module de contrôle d'un équipement mesure aussi l'énergie et la transmet pour affichage – figure 10.12), soit indirectement par utilisation d'un module de mesure dédié ou d'une centrale avec affichage (figure 10.13).

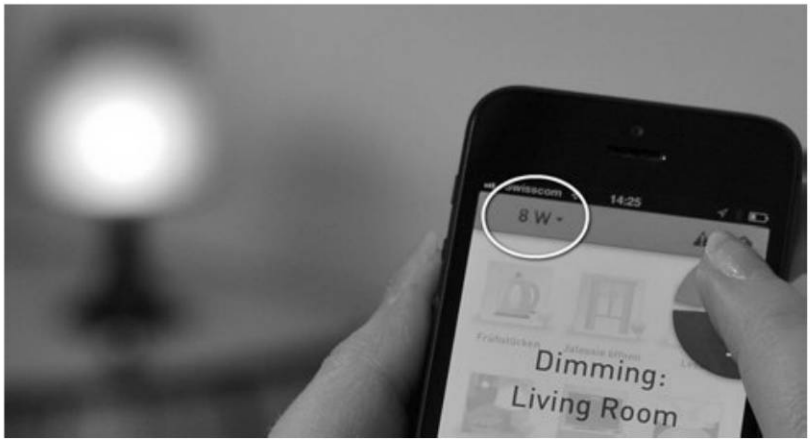


Figure 10.12 Affichage de la consommation d'électricité sur smartphone
Source : digitalSTROM



Figure 10.13 Mesure de la consommation électrique par centrale et affichage
Source : Fibar Group

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

10.2.6 Prises commandées

Elles se présentent sous deux formes :

- module encastré donc prise fixe (figure 10.14) ;
- module à brancher sur une prise murale (figure 10.15), offrant plus de flexibilité et ne nécessitant pas d'avoir un module encastré sur chaque prise.

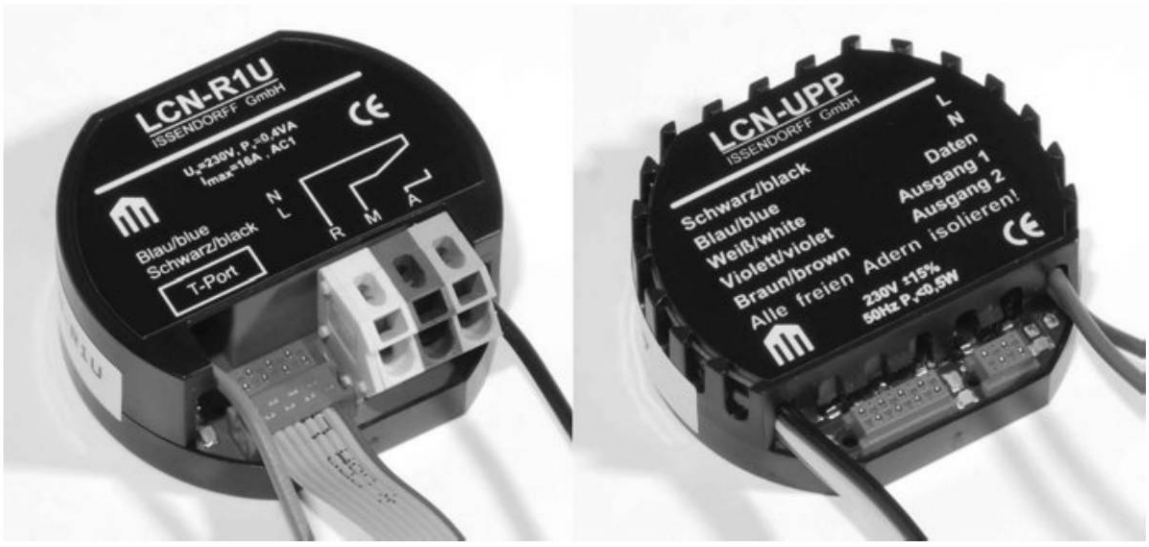


Figure 10.14 Module de commande à encastrer
Source : LCN



Figure 10.15 Prise commandée à brancher
Source : RWE SmartHome

Une autre option est l'utilisation de relais pilotés (figure 10.16), installés le plus souvent dans le tableau électrique. Ils permettent d'activer tout équipement branché.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 10.16
Module relais 4 circuits
Source : Hager

10.3 Gestion du confort

10.3.1 Qualité de l'air, ventilation

Dans l'habitat récent ou l'ancien rénové, la ventilation permet d'assurer une certaine qualité de l'air intérieur. Des capteurs (COV – composés organiques volatiles ; figure 10.17 –, CO_2, humidité – figure 10.18 –, CO, température… ou de particules de type PM2,5 ou PM10) mesurent les valeurs de l'air ambiant et peuvent piloter la ventilation (mise en route, débit…).



Figure 10.17
Capteur de COV
Source : Elsner elektronik



Figure 10.18 Capteur de CO_2 et d'humidité
Source : WindowMaster

L'intégration de ces capteurs (y compris la mesure de particules en suspension dans l'air) au *smart home* permettrait, par exemple, de gérer la ventilation (fenêtres, fenêtres de toît, VMC) afin de maintenir un faible niveau de polluants.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

10.3.2 Multimédia

Les équipements audiovisuels sont pour la plupart conçus sans possibilité d'intégration directe au *smart home*. Quelques protocoles utilisent leur matériel propre assurant ainsi un pilotage, mais uniquement avec leur système ; d'autres développent une passerelle, mais vers une ou des marques spécifiques. Certaines approches multiprotocoles permettent cependant d'intégrer le multimédia en convertissant les signaux IR des télécommandes propres à chaque équipement et en les intégrant à la gestion domestique. Le multimédia est traité en partie D.

10.4 Gestion de la sécurité

10.4.1 Des biens

L'intrusion dans l'habitat peut être surveillée par des capteurs placés sur les portes ou fenêtres (figure 10.19). Des détecteurs de mouvement internes ou externes (figure 10.20) détecteront la présence de personnes. Ces éléments pourront ensuite soit déclencher une alarme conventionnelle (sirène, feux clignotant, alerte vers un service d'intervention), soit envoyer un message ou une vidéo vers un smartphone ou un service de surveillance, par exemple.

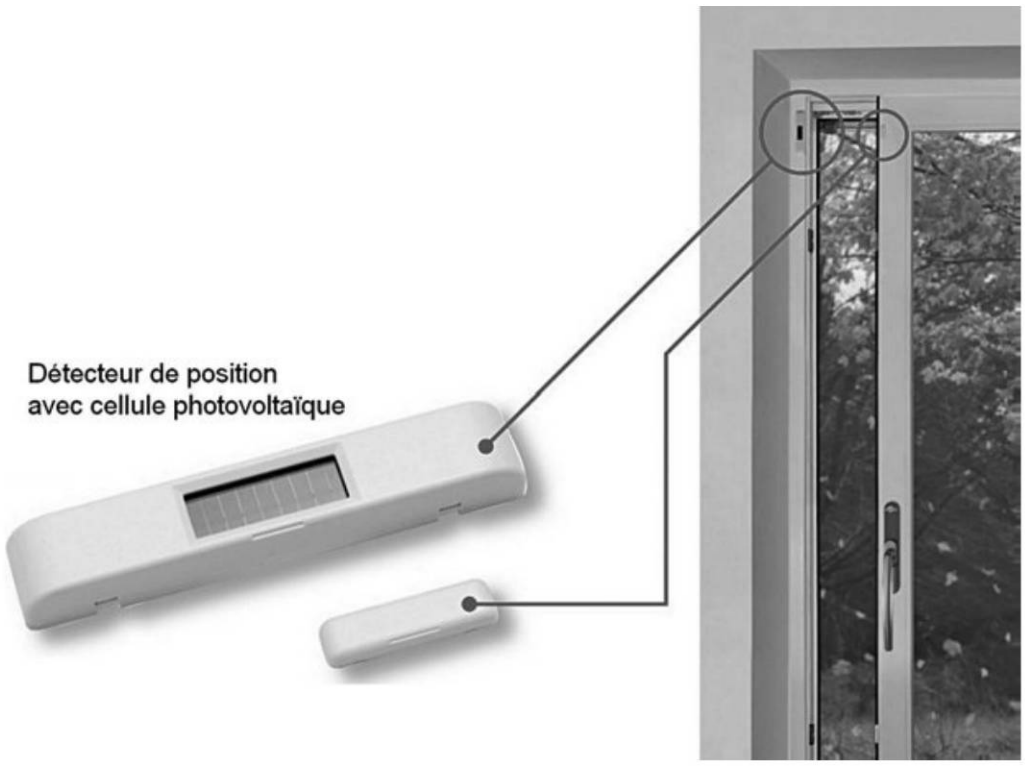


Figure 10.19 Capteur de position de porte ou de fenêtre
Source : Hoppe

Copyright © 2014 Dunod.

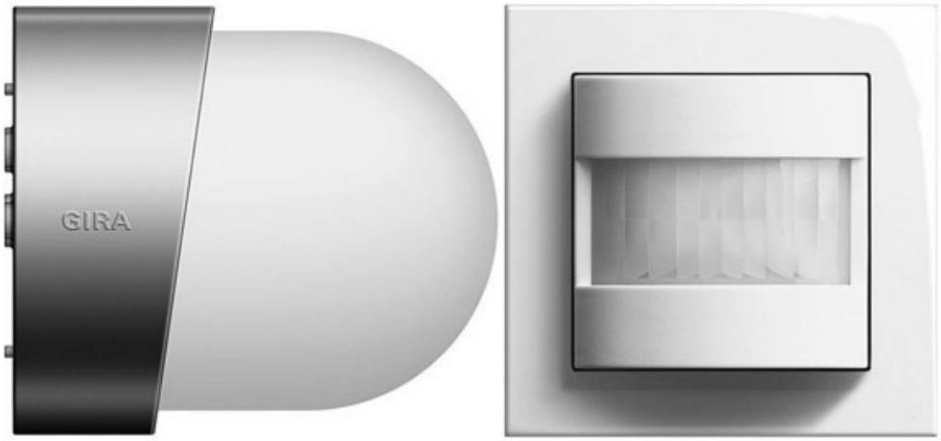


Figure 10.20 Détecteurs de mouvement
Source : Gira

Pour l'accès sécurisé à l'habitat, une serrure commandée par clavier (figure 10.21), carte, badge ou empreinte digitale (figure 10.22) permettra d'éviter l'intrusion. Non seulement elle n'autorisera l'accès qu'aux personnes habilitées mais elle pourra éventuellement aussi indiquer qui accède à l'habitat.



Figure 10.21
Serrure commandée
Source : Yale

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

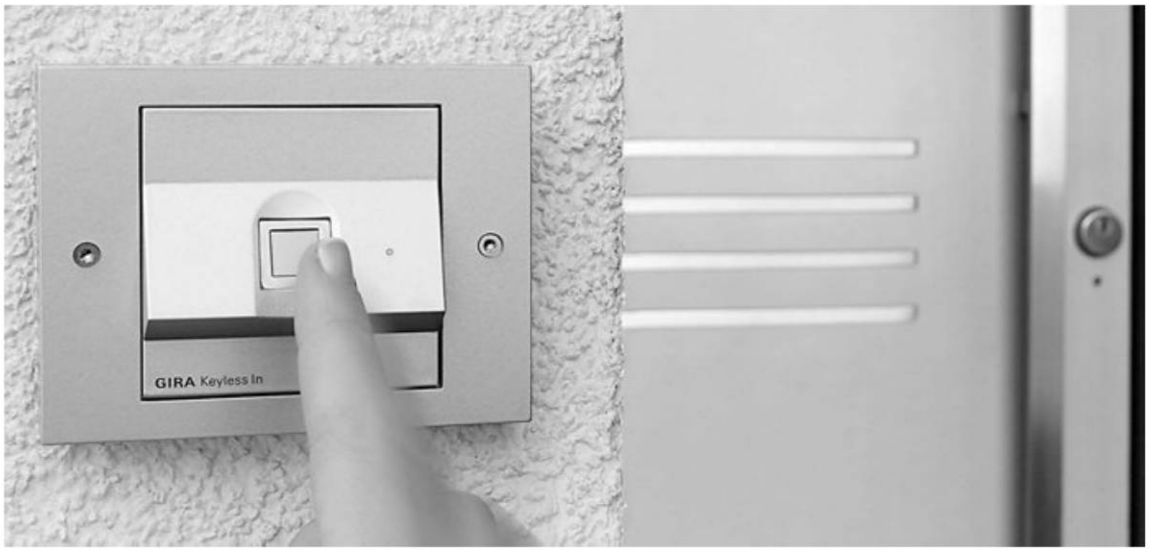


Figure 10.22 Lecteur d'empreintes digitales
Source : Gira

La fermeture de toutes les portes extérieures et des fenêtres pourra être contrôlée si les poignées sont aussi capables de transmettre leur position (figure 10.23).



Figure 10.23 Poignée avec transmission de position
Source : Hoppe

Une autre approche de la sécurité des biens est la surveillance des équipements domestiques (fuite d'eau – figure 10.24 – ou de gaz, appareils restés branchés…). Ceci pourra se faire par une consultation à distance du statut de certains équipements ou par l'envoi automatique d'un message d'alerte.

D'autres détecteurs reliés au système de gestion pourront couvrir la surveillance du congélateur, par exemple, et envoyer un message d'alerte en cas d'arrêt ou de dysfonctionnement.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 10.24 Détecteurs de fuite d'eau
Source : Fibar Group

La détection d'incendie connectée au réseau domestique (détecteur de fumée ou de chaleur – figure 10.25) couvre aussi bien la protection des biens que des personnes.



Figure 10.25 Détecteur de fumée connecté
Source : Hager

Détecteur de fumée et *smart home*

L'intégration d'un détecteur de fumée ou de chaleur au système *smart home* permet d'étendre les possibilités :

- en plus de donner l'alarme et éventuellement envoyer un message ou un SMS, il sera en mesure, lors d'une alerte la nuit, de mettre en marche un éclairage pour guider les déplacements et de lever les volets roulants pour une évacuation rapide ;
- placé dans la cuisine, il pourra commander l'arrêt des plaques de cuisson au cas où un plat aurait été oublié et brûlerait.

Copyright © 2014 Dunod.

L'intégration de ces détecteurs permet l'envoi d'un message d'alerte (détection de fumée ou de chaleur, niveau de piles…).

Une station météo (figure 10.26) permettra, par exemple, de descendre les volets roulants en cas de vents violents. Elle pourra aussi être intégrée au système de

gestion du chauffage ou de rafraîchissement en utilisant les prévisions reçues, si elle est connectée à Internet.



Figure 10.26 Station météo
Source : Merten

10.4.2 Des personnes

Cet aspect concerne aussi bien les personnes fragiles (personnes âgées ou handicapées, enfants en bas âge) que les autres occupants.

Un portier vidéo (figure 10.27) avec relais vers un des équipements d'affichage du *smart home* (écran, tablette, smartphone) permettra de voir qui s'annonce avant d'ouvrir.



Figure 10.27 Portier vidéo
Source : Gira

Copyright © 2014 Dunod.

Une commande centrale (figure 10.28) permettant de piloter tous les équipements facilitera la commande par l'utilisateur, aussi depuis un fauteuil roulant ou un lit, par exemple.



Figure 10.28 Commande centrale globale
Source : PEHA

10.5 Gestion de la santé

Il est possible de connecter certains appareils spécifiques au réseau domestique. La société allemande HMM Holding AG a développé une série d'équipements (smartLAB) dont les informations peuvent être utilisées par certains protocoles :

- pèse-personne ;
- mesure de tension artérielle (figure 10.29) ;
- mesure de taux de glucose.



Figure 10.29
Mesure de tension artérielle intégrable au *smart home*
Source : HMM Holding AG

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Ces équipements utilisent un protocole dédié mais peuvent, par une passerelle, communiquer avec certains protocoles standards.

10.6 Autres équipements

Le jardin pourra aussi être équipé d'équipements intégrables au *smart home* : un arrosage automatique ou commandé sera possible en passant par les fonctions du *smart home*.

Des capteurs pour mesure d'humidité de la terre (figure 10.30) pourront aussi commander l'arrosage.



Figure 10.30 Contrôle de la température et du taux d'humidité du sol
Source : Elsner-Elektronik

Un détecteur de niveau renseignera sur la contenance des cuves de récupération d'eau ou le niveau d'un bassin, par exemple (figure 10.31).



Figure 10.31 Capteur de niveau de liquide
Source : Elsner-Elektronik

Copyright © 2014 Dunod.

10.7 Quel choix ?

Toutes ces fonctions présentées (et d'autres) sont intégrées dans un protocole standard ou propriétaire. Les solutions (figure 10.32) peuvent être une utilisation d'équipements et de modules utilisant un protocole standard ou propriétaire ou bien le passage par une solution intégrée installée par des entreprises ou des intégrateurs spécialisés.

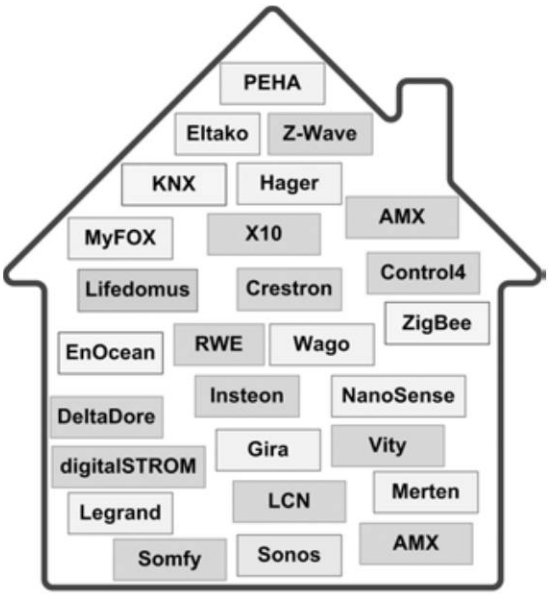


Figure 10.32 Solutions *smart home*

Ces approches sont conditionnées, entre autres, par les fonctions à installer, le type d'habitat, le budget prévu et l'évolution future.

Modules et protocoles

Dans les chapitres suivants, consacrés aux différents protocoles, ne seront présentés que certains modules de pilotage ou de commande d'équipements domestiques se différenciant des modèles décrits ci-dessus par leur spécificité (innovation, par exemple).

Tous les protocoles ne vont cependant pas permettre d'utiliser toutes les options décrites dans ce chapitre ; ce sera à l'utilisateur ou l'installateur de choisir celui adapté à la demande et/ou aux besoins.

Les équipements non couverts ou couverts partiellement par les différents protocoles (électroménager ou multimédia, par exemple) seront traités dans la partie D.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

11 Protocoles standards

Ces protocoles sont reconnus par une ou plusieurs organisations comme l'IEEE, l'IEC, ou ISO et soit font l'objet d'une norme particulière, soit sont intégrés dans une norme internationale. Cette approche assure la compatibilité entre équipements issus de différents constructeurs (figure 11.1) et répondant à cette norme.

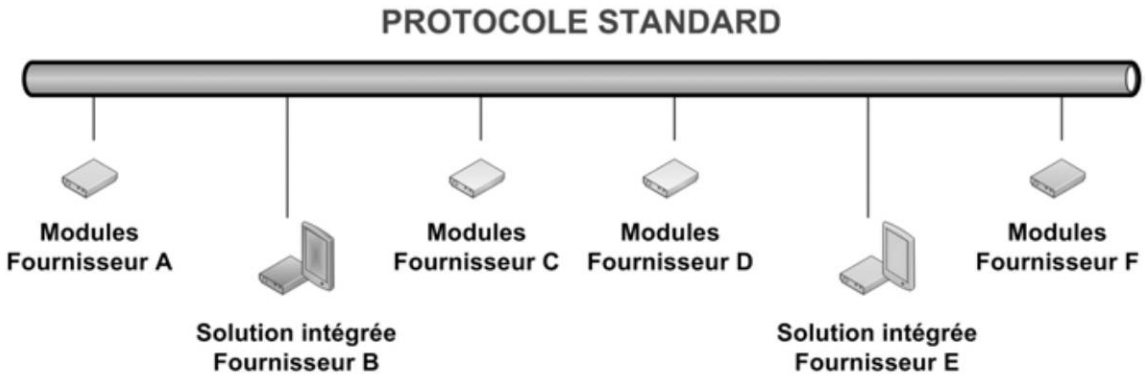


Figure 11.1 Protocole standard

11.1 KNX

KNX (Konnex) ou EIB/KNX est un standard mondial pour l'automatisation de l'habitat ou d'immeubles (EN 50090 pour l'Europe, GB/T 20965 en Chine, ANSI/ASHRAE 135 aux États-Unis et ISO/IEC 14543-3 au niveau mondial). La technologie correspond à la fusion de trois protocoles européens en mai 1999 : EIB (*European Installation Bus*), EHS (*European Home Systems*) et BatiBUS (*Batibus Club International*) au sein de l'association Konnex.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

L'association, créée en 1999 avec son siège à Bruxelles, compte plus de 300 membres dans 33 pays en 2013 s'engageant à développer matériel et logiciels compatibles et interchangeables assurant une pérennité à l'utilisateur. Une certification des produits fournis (plus de 7 000 en 2013) offre une garantie de compatibilité avec le standard KNX. **KNX Alliance** regroupe aussi des partenaires comme laboratoires de recherche, organismes de formation, associations nationales ainsi que d'autres organisations.

Les systèmes basés autour du standard KNX peuvent pratiquement contrôler toutes les fonctions de l'habitat ou du bâtiment.

11.1.1 Structure de base

Le système KNX se compose d'un bus bidirectionnel transmettant les commandes aux actionneurs et recevant les informations des capteurs, interrupteurs, boutons-poussoirs… Le bus KNX est équipé d'une alimentation fournissant une tension de sortie de 29 V qui alimente tous les modules électroniques connectés au bus.

Le réseau de base KNX (figure 11.2) se compose des éléments suivants :

- une **alimentation** avec self de filtrage ;
- une ligne de transmission ou **bus** ;
- des **modules** capteurs, commutateurs, passerelles ou actionneurs appelés parfois « participants ».

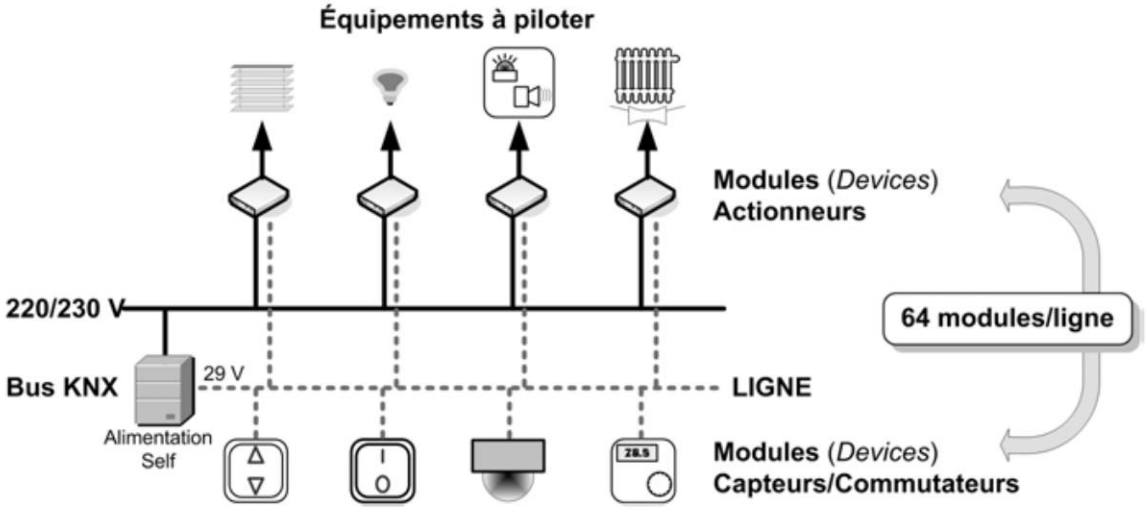


Figure 11.2 Système de base simplifié KNX

Copyright © 2014 Dunod.

Chaque ligne peut accepter jusqu'à 256 modules (*devices*) qui peuvent être actifs (capteurs, actionneurs…) ou passifs, c'est-à-dire ne communiquant pas (alimentation, connecteurs…). Cependant, une alimentation est limitée à 64 modules. Des interfaces pour communiquer avec un ordinateur ou par IP (*Internet Protocol*) sont aussi considérées comme modules. La communication entre modules est basée sur des « télégrammes » issus de ces modules ou des équipements de commande externe.

Chaque module (figure 11.3) se compose d'une partie électronique BCU (*Bus Coupler Unit*) comprenant généralement des circuits traitant la réception des télégrammes, leur décodage et leur « traduction » en action pour une unité d'application (AU – *Application Unit*) qui pilote l'équipement connecté par une interface spécifique. L'unité BCU comprend un émetteur-récepteur, un microprocesseur et des mémoires de stockage ou un microcontrôleur.

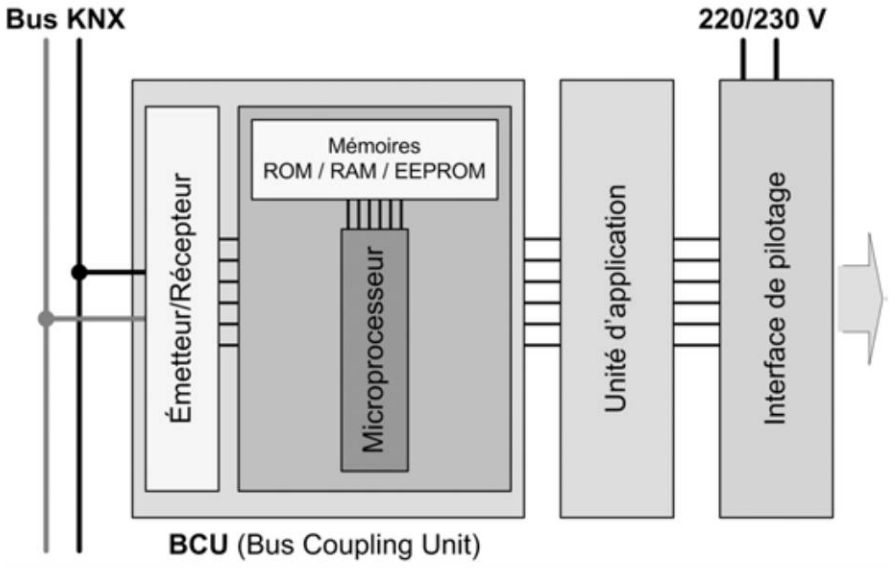


Figure 11.3 Composants de base d'un module KNX

Un système décentralisé

Dans un réseau KNX, il n'y a pas nécessairement de système de gestion centrale (ordinateur ou automate). Chaque module capteur, commutateur… est indépendant et communique directement avec le ou les modules actionneurs correspondants. Le raccordement des modules se fait sans ordre défini.

Copyright © 2014 Dunod.

Les différents éléments d'un réseau KNX peuvent former un réseau linéaire, arborescent, en étoile ou un mélange de ces trois (figure 11.4), mais en aucun cas en anneau.

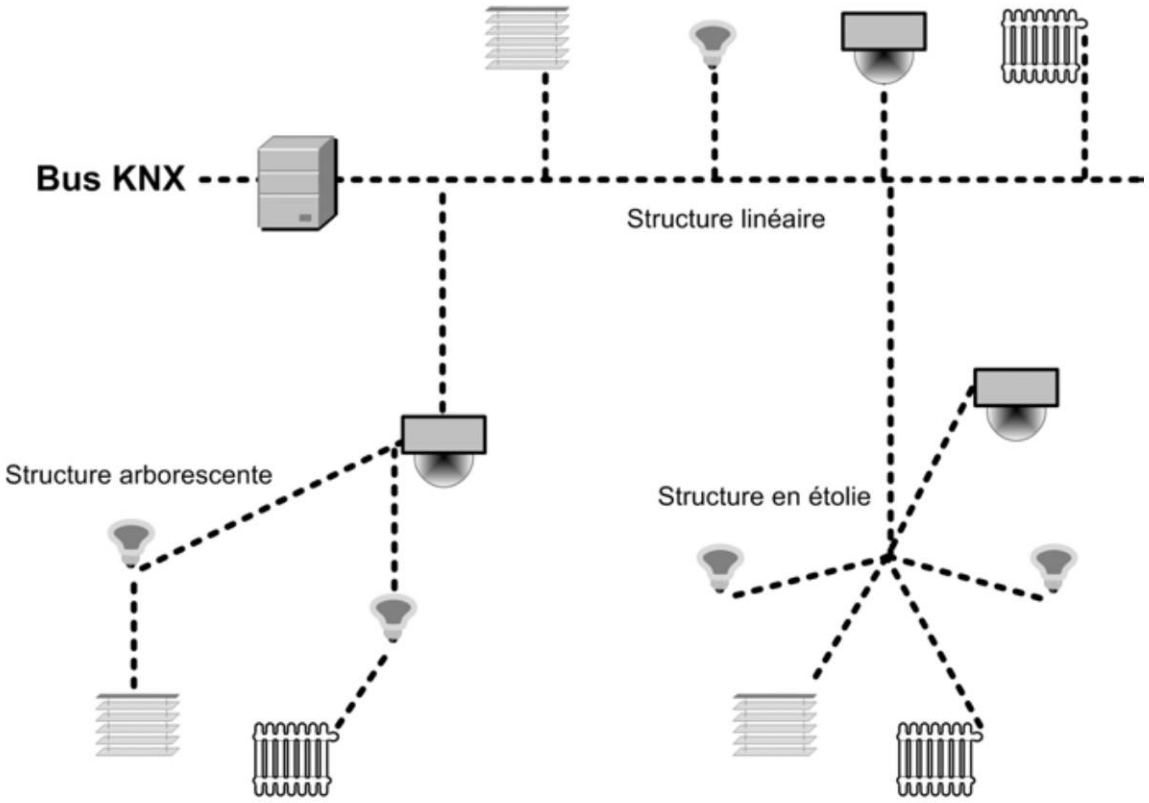


Figure 11.4 Topologies KNX

11.1.2 Mode de communication

Type de liaison

Il est décliné en plusieurs variantes selon le type de liaison possible :

- filaire dédié (paire torsadée TP1 – *Twisted Pair*), liaison la plus répandue ;
- courant porteur en ligne (CPL ou PL – *Power Line*), utilisant l'installation électrique ;
- IP/Ethernet, permettant une ouverture vers les protocoles Bluetooth, Wi-Fi (WLAN – *Wireless Local Network*) ou IEEE 1394 – *FireWire* ;
- fréquence radio (868 MHz).

Généralement, les installations basées sur KNX utilisent une liaison filaire à paire torsadée (figure 11.5) avec blindage pour éviter toute interférence. Parfois, une seconde paire de réserve (jaune/blanc) est prévue.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.5 Schéma d'un câble KNX/TP1

Les modules sont reliés au bus (câble d'une ligne) par des boîtiers de raccordement ou bornes (figure 11.6). KNX a au départ choisi la connectique de la société allemande Wago.

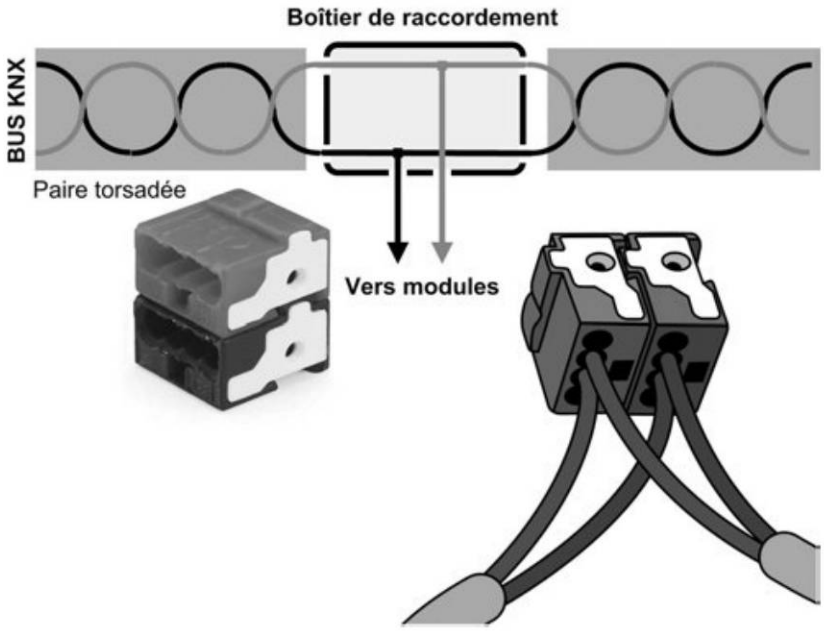


Figure 11.6 Borne de raccordement des modules KNX
Source : WAGO

Les boîtiers de raccordement installés sur le bus permettent d'ajouter ou de retirer un module sans perturber le fonctionnement du réseau.

Les autres options sont l'utilisation de câbles plats à deux ou cinq conducteurs (figures 11.7 et 11.8) avec des modules de raccordement établissant les connexions par perçage de l'isolant.



Figure 11.7 Câble pour raccordement des modules KNX
Source : WAGO

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

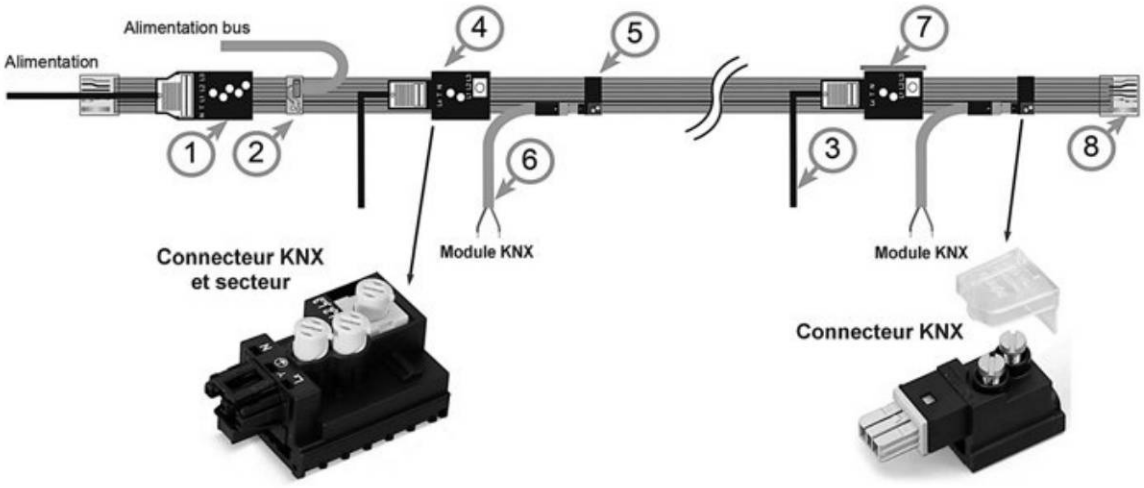


Figure 11.8 Câble plat pour raccordement des modules KNX et alimentation secteur
Source : WAGO

Communication entre modules

Chaque élément d'un réseau KNX dispose d'une adresse individuelle unique. Chaque commande envoyée l'est sous forme de télégramme (figure 11.9) à un débit de 9 600 bits/s et comprenant, entre autres, les adresses de l'« émetteur » et celle du ou des « récepteurs ».

Contrôle	Adresse expéditeur	Adresse destinataire	Longueur des données	Données	Sécurité
8 bits	16 bits	16 + 1 bits	7 bits	n * 8 bits	8 bits

Figure 11.9 Télégramme KNX

Si le bus est libre, le module capteur ou commutateur activé envoie un télégramme. Tous les « récepteurs » reçoivent le télégramme émis et le décodent. S'il ne leur est pas adressé, ils l'ignorent. Le module destinataire envoie un message de réception (bonne/ACK, ou mauvaise/NAK) ; dans le cas positif, il performe l'action requise. Après trois échecs de communication, la procédure est stoppée et un message de défaut est envoyé à l'émetteur.

11.1.3 Topologie globale

Un système KNX complet (figure 11.10) comprend :

- des modules (*devices*) ;
- des lignes (*lines*), où les modules sont raccordés ;
- des zones (*areas*), formées de plusieurs lignes ;
- une dorsale (*backbone line*), regroupant les zones.

Les coupleurs de ligne (*line coupler*) ou de zone (*area coupler*) sont les nœuds du réseau.

Copyright © 2014 Dunod.

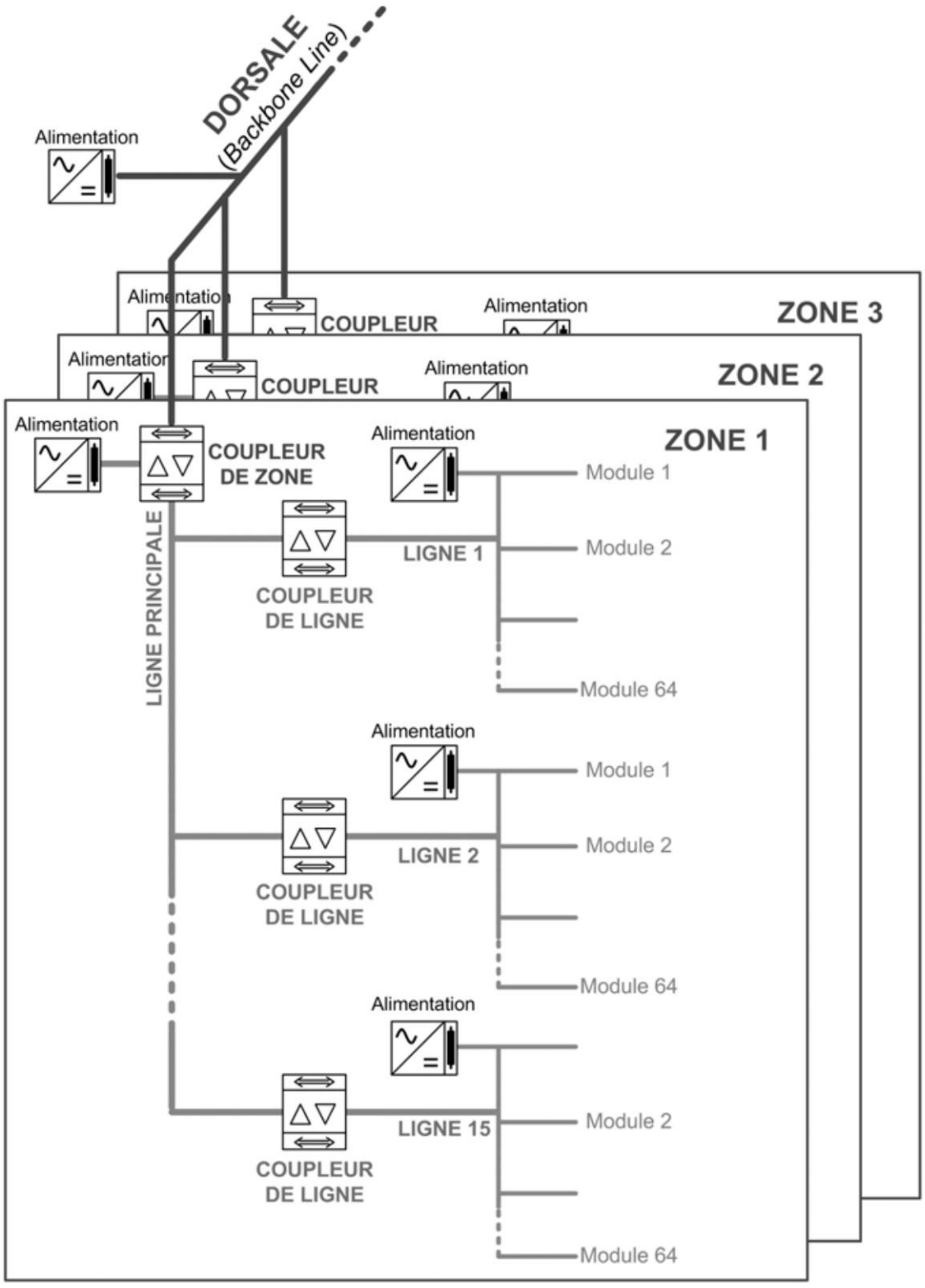


Figure 11.10 Système KNX complet

La longueur totale du bus doit être inférieure à 1 000 m ; la distance maximale entre deux modules ne doit pas excéder 700 m, et la distance entre l'alimentation et un composant 350 m.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Une alimentation ne peut alimenter plus de 64 modules, alors qu'une ligne peut en comporter jusqu'à 256. Pour utiliser cette capacité, il faudra alors diviser la ligne en quatre segments de 64 modules chacun avec une alimentation par segment (figure 11.11). Les segments 2 à 4 comporteront chacun un répéteur de ligne (LR – *line repeater*).

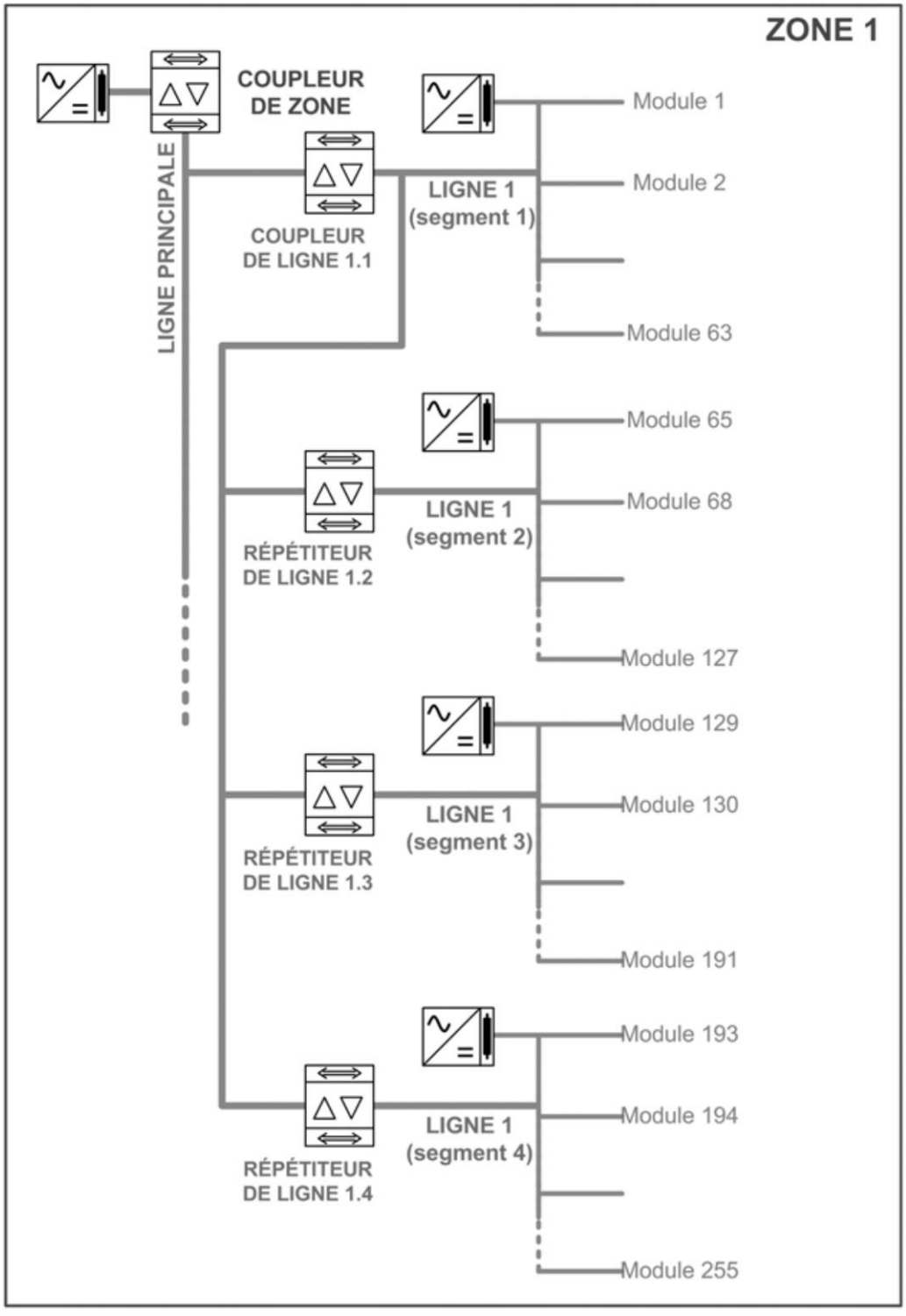


Figure 11.11 Utilisation de la capacité maximale d'une ligne avec 256 modules

Copyright © 2014 Dunod.

Un réseau maximal utilisant toutes les possibilités de connexion permet de gérer jusqu'à 56 700 modules (tableau 11.1).

Tableau 11.1 Capacité maximale d'un réseau KNX

Élément	Ligne	Zone	Dorsale
Capacité	252 modules (4 segments de 63 modules chacun)	15 lignes : 3 780 modules	15 zones : 56 700 modules

Adressage

Chaque élément communicant du réseau doit avoir une adresse qui se compose d'un, de deux ou de trois nombres (tableau 11.2 et figure 11.12).

Tableau 11.2 Adressage des éléments KNX

Élément	Zone (*area*)	Ligne (*line*)	Module (*device*)
Adresse	1	1.3	1.2.24
	Zone 1	Ligne 3 de la zone 1	Module 24 de la ligne 2 de la zone 1

Les zones (*areas*) n'utilisent qu'un nombre (Z) : 1 pour la zone 1, 2 pour la zone 2 et ainsi de suite.

Les lignes (*lines*) utilisent deux nombres (Z.L) : 1.1, par exemple pour la ligne 1 de la zone 1 ou 2.8 pour la ligne 8 de la zone 2.

Les modules (*devices*) utilisent trois nombres (Z.L.M) : 1.2.4 se réfère au module 4 de la ligne 2 faisant partie de la zone 1. M varie de 1 à 255.

Les coupleurs de zone ou de ligne doivent aussi être adressés : 1.0.0 pour le coupleur de la zone 1 ou 1.1.0 pour le coupleur de la ligne 1 de la zone 1.

Si l'on veut utiliser la capacité maximale d'une ligne (256 modules), il faudra ajouter des segments de 64 modules chacun (limitation due à la capacité de l'alimentation). L'adressage d'un élément pourra aller jusqu'à 1.1.255 (ligne 1 de la zone 1, par exemple).

Chaque répéteur aura aussi sa propre adresse (1.1.64 pour le premier, par exemple).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

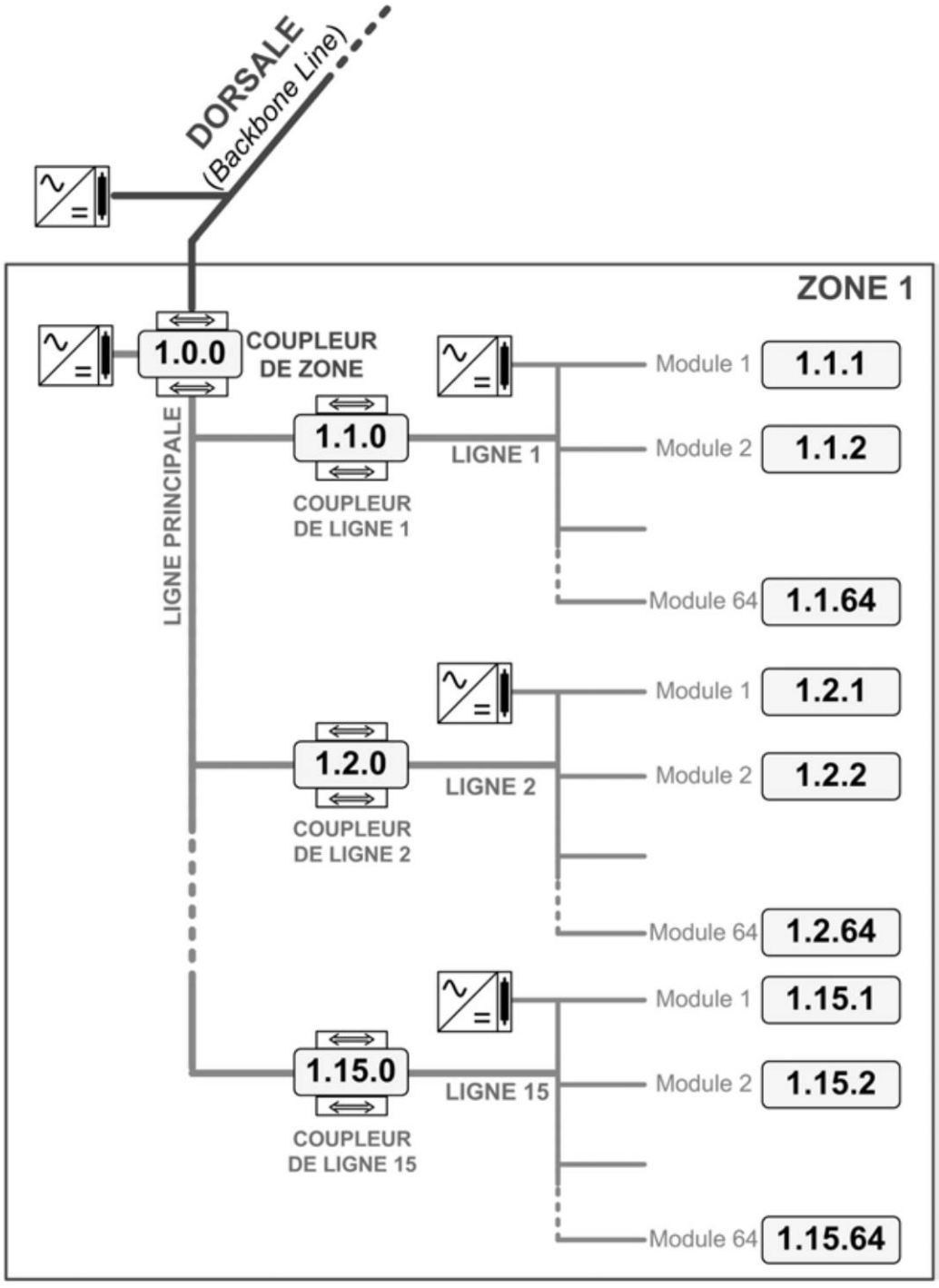


Figure 11.12 Adressage des éléments d'une zone KNX

11.1.4 Protocole KNX

La norme ISO 7498 définit une architecture pour réseaux informatiques et traitement de l'information, basée sur sept couches. Chaque couche décode une partie de l'information reçue. Le protocole KNX est basé sur cette norme.

Copyright © 2014 Dunod.

11.1.5 Paramétrage des éléments d'un réseau

Le protocole KNX peut être utilisé selon différents modes :

- mode S (*S-mode*), qui nécessite un ordinateur pour la configuration avec le logiciel dédié ETS. Chaque module reçoit ses paramètres par l'intermédiaire du logiciel et les stocke en mémoire ;
- mode E (*easy mode*), où le paramétrage peut se faire par un contrôleur ou être intégré par le constructeur au module ;
- mode A (ou *PB-mode – Push Button mode*), où l'utilisateur peut installer les modules sans paramétrage, la liaison entre capteur et actionneur se faisant automatiquement (bouton-poussoir dédié, par exemple).

Pour chacun des modes, le module (*device*) correspondant est livré sans paramétrage mémorisé (mode S) ou avec paramètres soit mémorisés, soit configurables par un contrôleur (mode E ou mode A).

11.1.6 Outil informatique ETS

Ce logiciel de l'association KNX permet de programmer de façon très flexible un système complet : il permet de définir une adresse pour chaque module ainsi qu'une fonction et de transférer celles-ci vers ce module. En 2014, il en est à sa version 5, compatible avec les dernières versions de Microsoft Windows.

Le lien entre les modules et le logiciel se fait par une interface USB ou IP (figure 11.13), par exemple (un coupleur pour interface RS232 est aussi disponible).

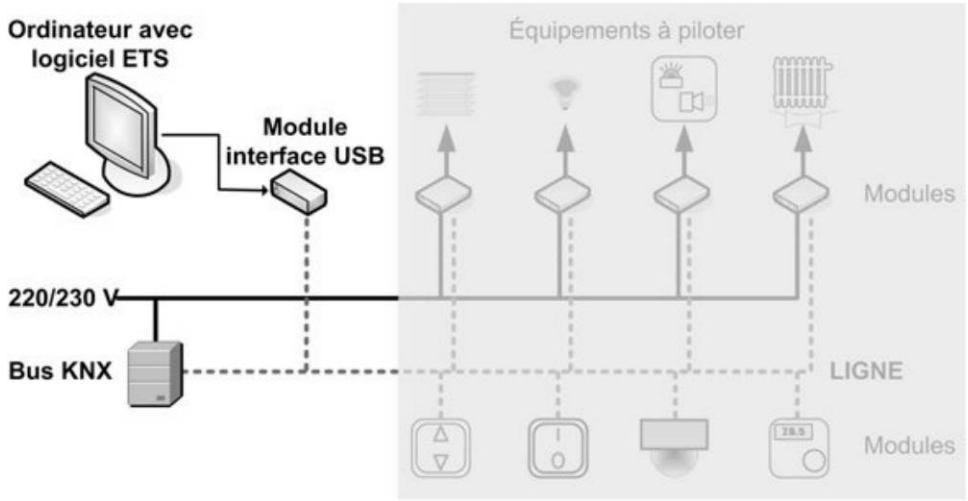


Figure 11.13 Interface ordinateur-bus KNX

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Exemple de programmation simple (logiciel ETS4 for Beginners)

1. La première étape est la **création d'une base de données**. Cette base va contenir tous les projets à créer.
2. L'étape suivante est l'**importation des données concernant les composants compatibles KNX à utiliser**. Chaque constructeur propose en téléchargement les fichiers données correspondant aux équipements qu'il fabrique ou distribue.
3. **Création d'un projet** : il se compose des composants KNX et des interrelations.
4. **Les modules KNX installés sont affectés aux différentes pièces** de l'habitat (ou du bâtiment), qu'il faut auparavant définir. Chaque pièce est nommée : chambre enfant, chambre parents, cuisine, séjour, salle de bains… Les modules (interrupteurs, boutons-poussoirs, détecteur de présence…) vont être placés dans les différentes pièces de l'habitat (ou du bâtiment) en les faisant glisser dans les pièces correspondantes.
5. La création de liens entre les modules KNX s'effectue en faisant glisser les modules dans la pièce correspondante. Il est ensuite possible de changer les paramètres de chaque module.
6. Lorsque tous les modules sont programmés, les réglages de ceux sélectionnés sont ensuite téléchargés par le logiciel vers chacun de ces modules avec vérification des instructions (un message s'affiche en cas d'erreur). Ainsi, chaque module émetteur est associé à l'actionneur ou aux actionneurs correspondant les rendant indépendants du logiciel.

Version complète d'ETS

La version ETS5 Professional offre le maximum de flexibilité et permet la gestion de projets complexes. Des outils supplémentaires (Apps) offrent des fonctionnalités étendues non comprises dans la version standard, comme, par exemple, une visualisation 2D de l'habitat ou du bâtiment.

Certaines sociétés proposent aussi des logiciels permettant de configurer un réseau KNX, comme par exemple KNX Editor de la société Agentilo.

Éléments de programmation avec ETS : adresses et groupes

Chaque élément (zone, ligne, module, coupleur, répéteur…) d'un réseau KNX possède une **adresse individuelle** composée d'un, de deux ou de trois nombres.

Dans le logiciel ETS, on regroupe les éléments physiques associés (un bouton-poussoir et une lampe) dans un même groupe objets sous la dénomination GOx (*Group Object*) où x est un nombre (figure 11.14). Une fonction (allumer ou éteindre cette

Copyright © 2014 Dunod.

lampe) est définie pour chaque module KNX et l'on relie les éléments du même groupe GOx par une même adresse de groupe GA (*Group Address*) de type x/x/x (1/1/1, par exemple).

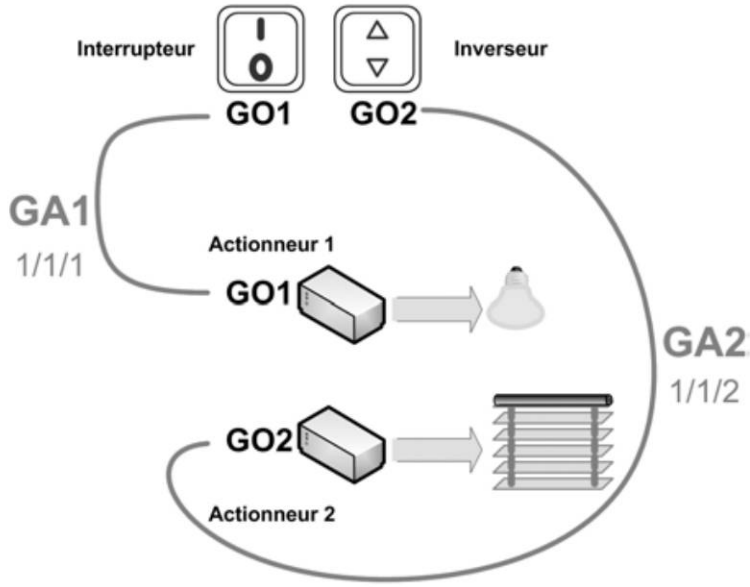


Figure 11.14 Association des différents groupes aux composants KNX

Lorsque le bouton-poussoir est activé, le télégramme envoyé comporte l'adresse du groupe GA et les données (allumer ou éteindre).

Configuration sans logiciel ETS

Il est possible de configurer un réseau KNX en utilisant un configurateur indépendant du logiciel ETS. Ces configurateurs peuvent être installés dans un tableau ou être portables avec un écran intégré.

Le configurateur TX100 (figure 11.15) de la société allemande Hager, par exemple, permet de programmer directement un réseau KNX. Les paramètres de programmation peuvent être stockés dans la mémoire du configurateur ou sur une clé USB.



Figure 11.15 Configurateur KNX tebis TX100B
Source : Hager

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

11.1.7 Développement d'une interface utilisateur

Le logiciel ETS permet de paramétrer les différents modules et les actions à performer. Une fois ces fichiers téléchargés vers les modules correspondants, l'utilisateur ne peut agir que directement sur les modules (interrupteur, bouton-poussoir, variateur, consigne de température…). Pour un accès aux commandes, une autre interface (écran tactile, tablette, smartphone…) plus visuelle est nécessaire. Pour cela, de nombreux constructeurs proposent leurs logiciels de création d'une interface, parfois associés à une interface matérielle.

D'autres approches permettent d'avoir une visualisation et un contrôle à partir de toute tablette (Android, iOS) ou smartphone.

11.1.8 Composants compatibles KNX

Les modules KNX des différents fabricants doivent être reconnus quelle que soit l'installation. L'interopérabilité est assurée par les spécifications EIS (*EIB Interworking Standard*) ou DTP (*Data Point Type*). En 2013, plus de 7 000 produits étaient certifiés.

En général, chaque module possède un bouton d'adressage avec une diode d'état. Il est utilisé par les programmateurs pour vérifier, par exemple, le bon raccordement au bus KNX. Une fonction manuelle permet aussi de tester la fonctionnalité du module capteur ou commutateur.

Passerelles

KNX offre des passerelles pour tous les autres standards ou protocoles *smart home* ou *smart building* (LONworks, BACnet, DALI…). Elles permettent de compléter un système de gestion ou de profiter d'autres fonctionnalités présentées par d'autres protocoles. Certains protocoles propriétaires peuvent aussi communiquer avec un système KNX.

11.1.9 Solutions complètes KNX

De très nombreuses sociétés proposent des solutions KNX incluant une interface utilisateur conviviale et intuitive (écran tactile dédié, smartphone, tablette ou ordinateur). Les quelques exemples ci-dessous illustrent la diversité des approches. Chaque société propose aussi les différents composants nécessaires comme boutons-poussoirs, capteurs, détecteurs de présence, thermostats, modules KNX (relais, commande d'éclairage, de volets roulants…), interfaces vers d'autres protocoles.

Trois approches commerciales différentes vont être décrites : deux basées sur l'utilisation d'un serveur (l'un monté sur tableau DIN et l'autre *stand alone*) et l'autre sur une approche décentralisée.

Copyright © 2014 Dunod.

Hager

La société allemande Hager a développé autour de la plateforme tebis tout un système pour l'habitat ou le bâtiment.

Son concept domovea (figure 11.16) permet, grâce à une interface graphique, de piloter ou de visualiser une installation KNX. La configuration initiale peut se faire à partir du logiciel de configuration domovea, en liaison avec le logiciel KNX ETS ou le configurateur TX100B (voir figure 11.15), depuis un ordinateur ou un écran tactile ou un navigateur Internet. Le serveur domovea (voir figure 8.3) assure le lien entre les réseaux KNX (équipements internes) et IP (routeur pour réseau local ou accès Internet). De nombreux modules (capteurs, actionneurs…) KNX sont intégrables au serveur.

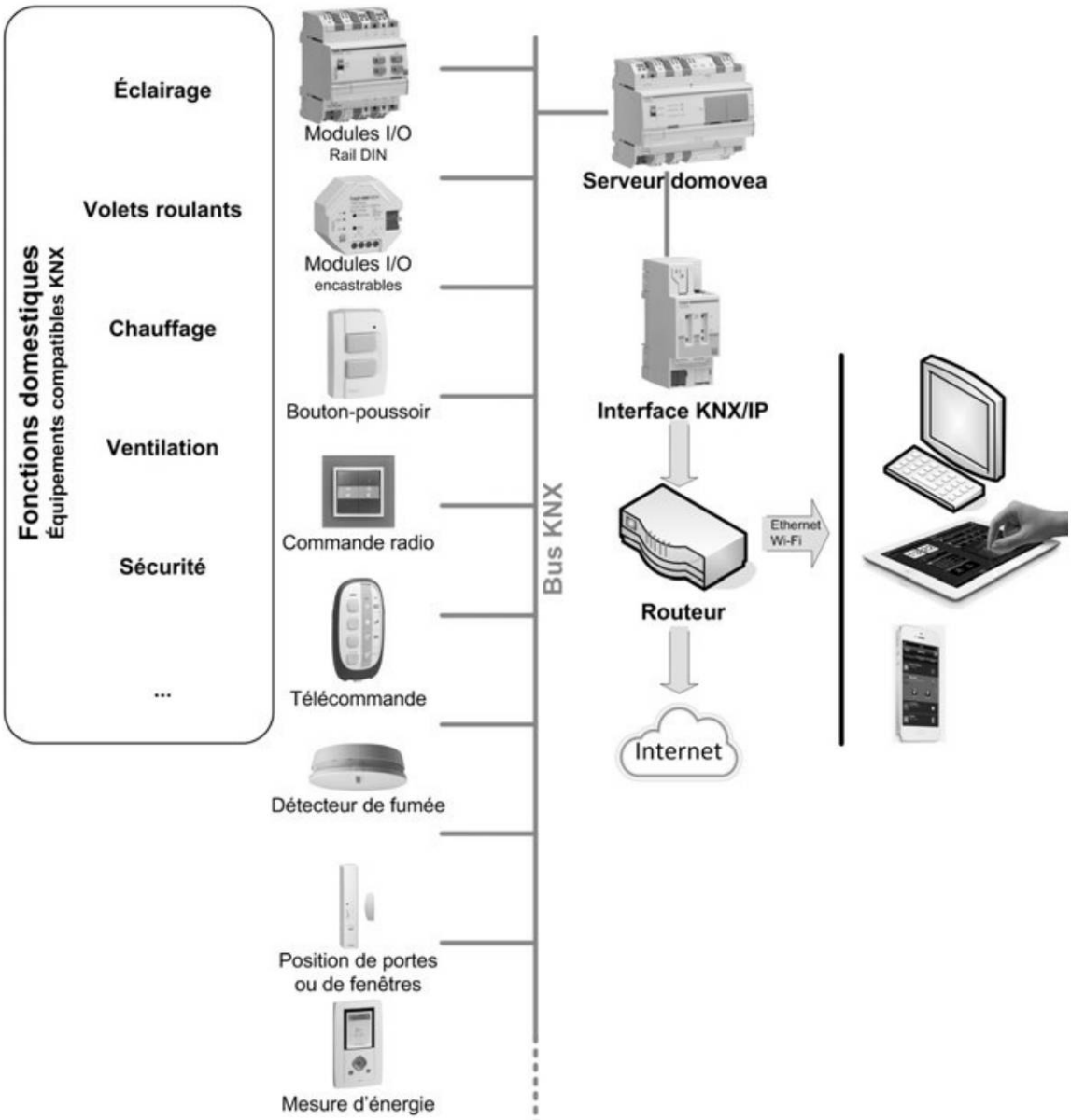


Figure 11.16 Schéma simplifié du concept tebis/domovea

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

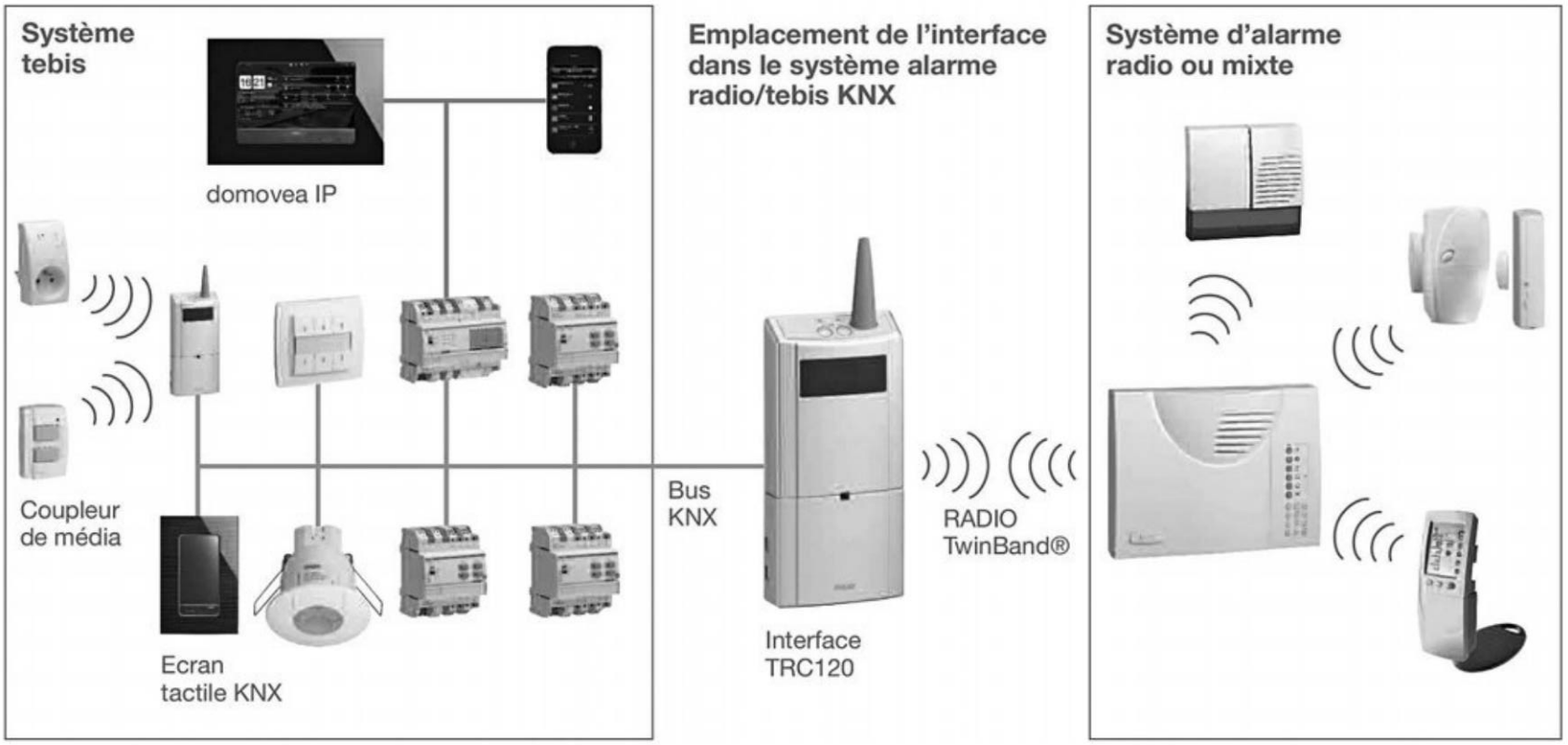


Figure 11.17 Intégration d'un système d'alarme au réseau KNX
Source : Hager

Le logiciel domovea associé à un adaptateur KNX/USB permet de récupérer les fichiers ETS4 et de créer des scènes, des séquences et des interfaces pour écran d'affichage.

Le protocole radio propriétaire QuickLink permet l'intégration d'équipements développés par Hager au réseau KNX par une passerelle (figure 11.17).

Ces modules radio peuvent être une télécommande (figure 11.18), un clavier de commande (figure 11.19), un capteur de mouvement, un module récepteur à encastrer (figure 11.20), une prise commandée…



Figure 11.18
Télécommande radio
Source : Hager



Figure 11.19 Commande radio Kallysta
Source : Hager

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.20 Module récepteur radio à encastrer
Source : Hager

Un bouton *cfg* (configuration) permet de configurer directement et rapidement les actions ou scènes reliant un émetteur (télécommande, par exemple) au(x) récepteur(s) concerné(s).

L'interface utilisateur domovea (figures 11.21 et 11.22) peut être affichée sur tout écran informatique ou sur celui d'un écran tactile encastré, d'un smartphone ou d'une tablette (figure 11.23).



Figure 11.21 Interface domovea (commandes globales)
Source : Hager

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.22 Interface domovea (commandes des équipements d'une pièce)
Source : Hager



Figure 11.23 Interface sur smartphone ou tablette
Source : Hager

La liaison avec un routeur se fait par une interface IP/KNX (figure 11.24) reliée à un routeur assurant la communication par Wi-Fi ou l'accès à Internet.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.24
Interface IP/KNX
Source : Hager

Domovea, une solution globale

La solution tebis permet de gérer toutes les fonctions de l'habitat en utilisant les modules KNX, que ce soit ceux de la société Hager ou ceux d'autres fournisseurs, associés à la plateforme logicielle domovea assurant la visualisation et le pilotage par écran, smartphone ou tablette.

Schneider Electric / Merten

La société Schneider Electric soit directement, soit par sa filiale allemande Merten (qui propose, avec le système InSideControl, une approche permettant de contrôler et piloter toutes les fonctions du *smart home*) offre des solutions KNX aussi bien pour le résidentiel que pour le tertiaire.

La solution InSideControl est basée sur un logiciel (figure 11.25) qui permet de paramétrer l'installation KNX en récupérant les données initiales établies avec le logiciel ETS. Ce logiciel InSideControl Builder est installé sur un ordinateur relié au réseau KNX par une interface (routeur, Ethernet…). Les fonctions des différents modules du réseau KNX sont paramétrables en utilisant différents symboles d'une bibliothèque pour créer des écrans utilisateurs ; des scènes peuvent aussi être préprogrammées.

Les paramétrages sont ensuite transférés vers les éléments assurant le contrôle et la visualisation (smartphone ou tablette avec une App Android ou iOS). Pour l'utilisateur, le pilotage et la visualisation se font ainsi par le smartphone ou la tablette (figure 11.26) en utilisant une liaison Wi-Fi avec le routeur.

Copyright © 2014 Dunod.

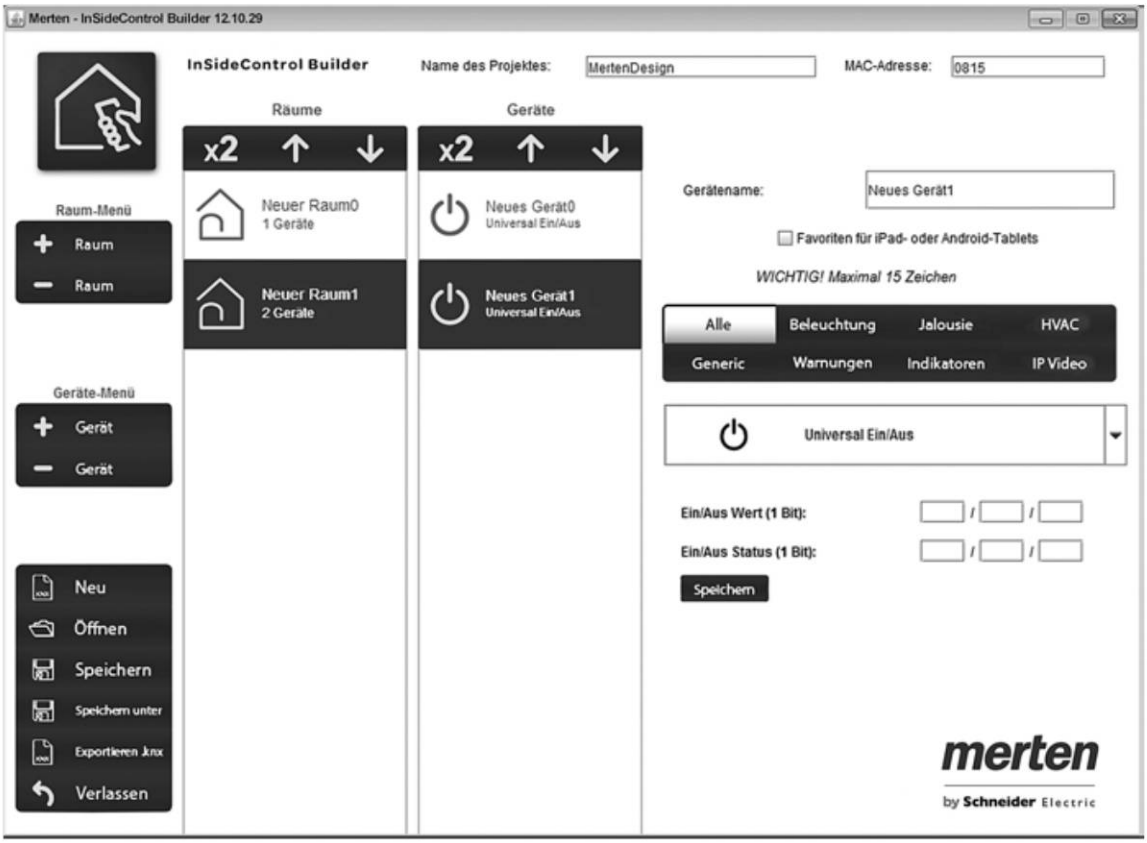


Figure 11.25 Logiciel InSideControl Builder
Source : Merten



Figure 11.26 Contrôle et pilotage par smartphone ou tablette
Source : Merten

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Une autre option est un afficheur avec clavier (figure 11.27 avec commandes combinées pour l'éclairage, les volets roulants et le chauffage d'une pièce, par exemple).



Figure 11.27
Visualisation et commande par clavier à touches
Source : Merten

Les affichages permettent de visualiser les pièces de l'habitat (figure 11.28), des fonctions à commander (figure 11.29 pour le séjour ou la pièce audiovisuelle) ou des informations (consommation électrique, par exemple – figure 11.30).



Figure 11.28
Accès aux contrôles des pièces de l'habitat
Source : Merten



Figure 11.29
Contrôle par smartphone de pièces de l'habitat
Source : Merten

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.30 Contrôle des consommations
Source : Merten

Les fonctions à piloter le sont par des modules KNX, que ce soit de Schneider Electric, de Merten ou d'autres fournisseurs (module KNX/IP en figure 11.31).



Figure 11.31 Module interface KNX/IP
Source : Merten

La solution InSideControl sans contrôleur assure un pilotage décentralisé des fonctions de l'habitat. Un accès distant par Internet et un FAI (fournisseur d'accès Internet) est possible par l'utilisation d'une interface KNX/IP reliée à un routeur.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Gira

La société allemande Gira (Giersiepen GmbH & Co. KG) a développé une solution KNX complète en y intégrant aussi l'aspect multimédia même si celui-ci est limité à certaines marques.

L'élément de base est un serveur (Gira HomeServer – figure 11.32) qui assure la gestion des fonctions de l'habitat en utilisant les modules KNX installés (ou des interfaces spécifiques, comme pour le multimédia, par exemple). Le logiciel associé au HomeServer permet de programmer et de paramétrer l'installation domestique, que ce soit les modules KNX ou d'autres équipements communiquant par IP, même à distance avec un accès par un routeur.

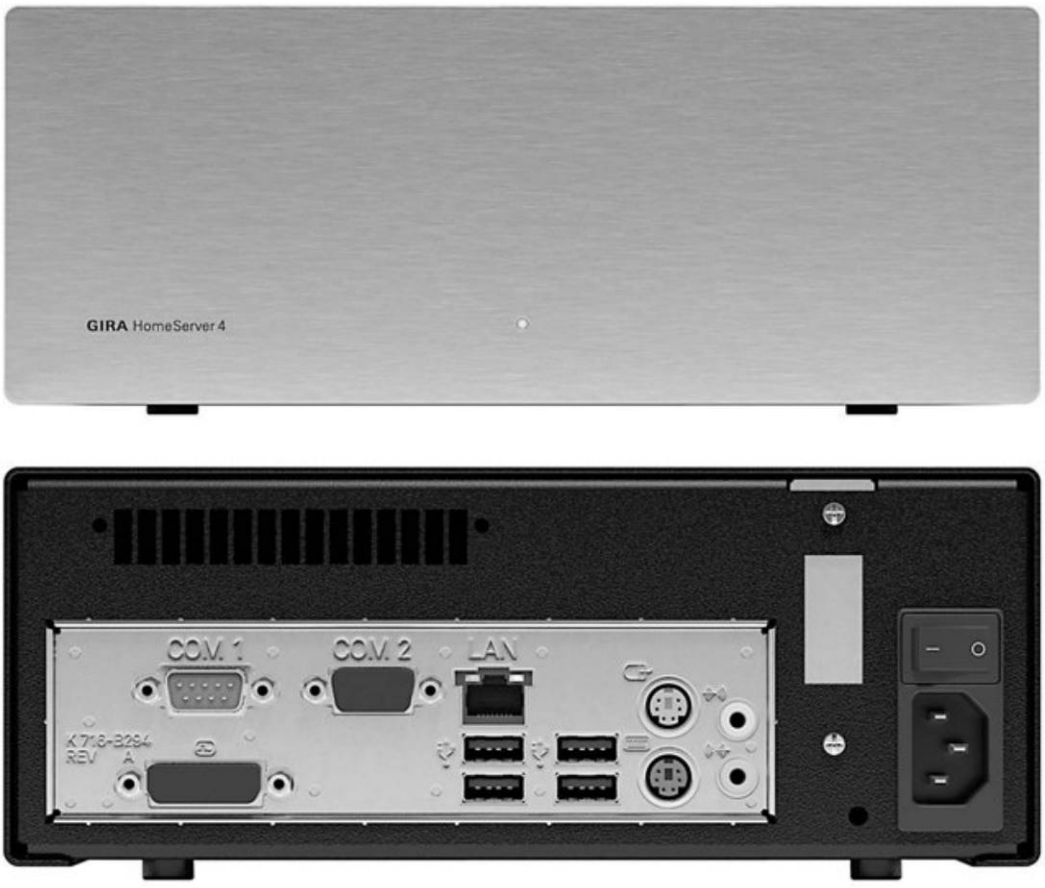


Figure 11.32 Gira HomeServer
Source : Gira

Les interfaces utilisateur disponibles sont multiples : écran tactile mural (figure 11.33), clavier à touches, ordinateur, smartphone ou tablette (figure 11.34). Toutes les fonctions et tous les contrôles sont accessibles depuis ces interfaces.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.33
Écran tactile de 9"
Source : Gira



Figure 11.34 Accès aux contrôles par tablette
Source : Beuttenmüller pour Gira

L'écran de 19" (figure 11.35) permet, en plus de l'affichage des différentes fonctions, de faire apparaître d'autres informations comme l'image du portier vidéo ou les consommations électriques, par exemple.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.35 Écran tactile de 19" avec affichage des images du portier vidéo
Source : Gira

L'accès à distance se fait directement par son FAI ou par le serveur de Gira.

Les modules KNX ou IP de la société Gira couvrent pratiquement tous les besoins du réseau domestique (figures 11.36 à 11.38).



Figure 11.36 Modules d'accès par empreinte digitale, clavier ou transpondeur
Source : Gira

La société Gira a aussi développé des interfaces permettant d'intégrer au Home-Server des équipements de certaines marques pour l'électroménager (Miele) ou les chaudières (Viessmann) ou la fonction communication (figure 11.39).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.37 Boutons-poussoirs avec LED pour affichage de l'état
Source : Gira



Figure 11.38 Clavier à touches multifonctions avec affichage
Source : Gira



Figure 11.39 Écran de contrôle des communications
Source : Gira

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le multimédia spécifique développé par Gira est abordé partie D.

Parmi les autres fournisseurs importants de solutions KNX, on peut aussi citer Busch-Jaeger (Allemagne), ABB (Suède) ou Siemens (Allemagne).

11.1.10 Organisation KNX

L'association KNX Alliance propose un réseau de membres (304 dans 33 pays en 2013) et de partenaires (plus de 36 000 dans 120 pays en 2013) :

- les membres, qui sont les sociétés fournissant des composants KNX (capteurs, actionneurs, alimentations, passerelles…), tous certifiés au moins ISO 9001 ;
- des groupes nationaux représentés dans 36 pays en 2013 (National KNX) ;
- des centres de formation (sociétés, établissements scolaires…) ;
- des équipes scientifiques (universités, centres de recherche…) ;
- des clubs d'utilisateurs dans neuf pays en 2013 (KNX Userclub) qui diffusent et partagent des informations entre membres ;
- des professionnels spécialisés dans l'installation de réseaux KNX.

L'association organise aussi des conférences et séminaires. Elle diffuse des documents techniques et revues (*KNX Journal*) sur Internet ou sous forme papier et est présente à de nombreux salons.

KNX, une solution universelle

Le protocole KNX est indépendant de tout fournisseur de matériel, ce qui signifie que, si un constructeur répond aux spécifications, tout équipement disponible pourra être intégré à tout réseau KNX.

Les caractéristiques du système KNX (ouvert, programmable…), le nombre d'équipements compatibles ainsi que les solutions possibles en font un système de choix pour l'automatisation et/ou le contrôle d'équipements domestiques, tertiaires ou industriels.

On le trouve aussi bien dans l'habitat individuel (avec des applications pouvant être simples ou complexes) que dans des bâtiments industriels ou tertiaires comme le campus Princess Noura University en Arabie Saoudite, l'immeuble Asia Square Twin Towers à Singapour, l'usine de plasturgie Ritter GmbH en Allemagne, la gestion de l'éclairage public de Salzbourg en Autriche et l'antenne de Bayonne de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour.

Copyright © 2014 Dunod.

11.2 ZigBee

Il s'agit d'un protocole sans fil utilisant généralement la fréquence radio de 2,4 GHz pour communiquer de façon bidirectionnelle avec tous les périphériques installés (les fréquences de 868 MHz pour l'Europe et 915 MHz pour le continent américain sont aussi disponibles). Il a été présenté en 1998 et est reconnu comme standard depuis 2004 (IEEE 802.15.4). Une des caractéristiques est le faible coût des modules.

L'organisation ZigBee Alliance, créée en 2002, regroupait en 2013 plus de 400 membres offrant plus de 600 produits. Le protocole se décline sous plusieurs modes : ZigBee Home Automation, ZigBee Pro, ZigBee Pro Green Power, ZigBee Smart Energy, ZigBee Health Care…

11.2.1 Protocole

La norme IEEE 802.15.4 sur laquelle est basé ZigBee représente les deux premières couches appelées « *Physical Access* » (PHY) et « *Medium Access* » (MAC). La couche PHY est la fréquence radio utilisée pour les transmissions, et la couche MAC gère et coordonne les accès à la transmission radio. La fréquence de 2,4 GHz dispose de 16 canaux. Le débit des données est de 250 kbits/s avec une portée allant de 10 à 50 m en intérieur.

Les couches spécifiques ZigBee (*stack* – figure 11.40) gèrent la communication, le routage, les adresses, la sécurité…

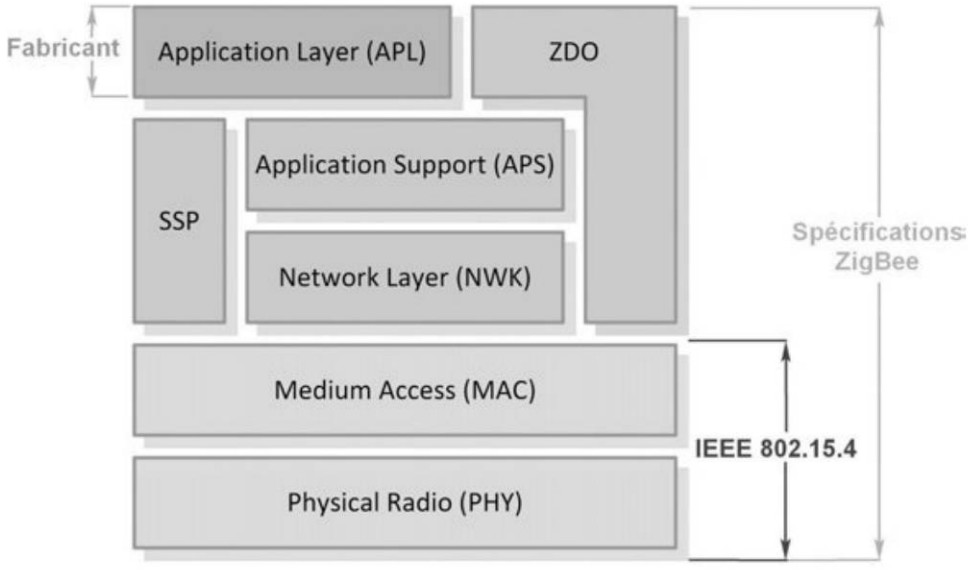


Figure 11.40 Structure (*stack*) du protocole ZigBee
Source : ZigBee

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

11.2.2 Topologie

Un réseau ZigBee se compose :

- d'un **coordinateur** (ZC – *ZigBee Coordinator*), qui initialise, maintient et contrôle le réseau et coordonne les communications. Le coordinateur est le cœur du réseau ZigBee ;
- de **routeurs** (ZR – *ZigBee Routers*), chargés de transmettre les données et éventuellement d'agir comme répéteur pour étendre la couverture du réseau ;
- de **modules terminaux** (équipements de fin, dispositif terminal ou ZED – *ZigBee End Device*), qui ne communiquent qu'avec un seul coordinateur ou routeur ; ils transmettent les commandes à effectuer par une interface.

Chaque réseau ZigBee (figure 11.41) nécessite un coordinateur. Coordinateur et routeurs doivent normalement être alimentés ; les modules peuvent, par contre, se mettre en mode faible consommation. Un réseau peut ne comprendre qu'un coordinateur et des modules terminaux.

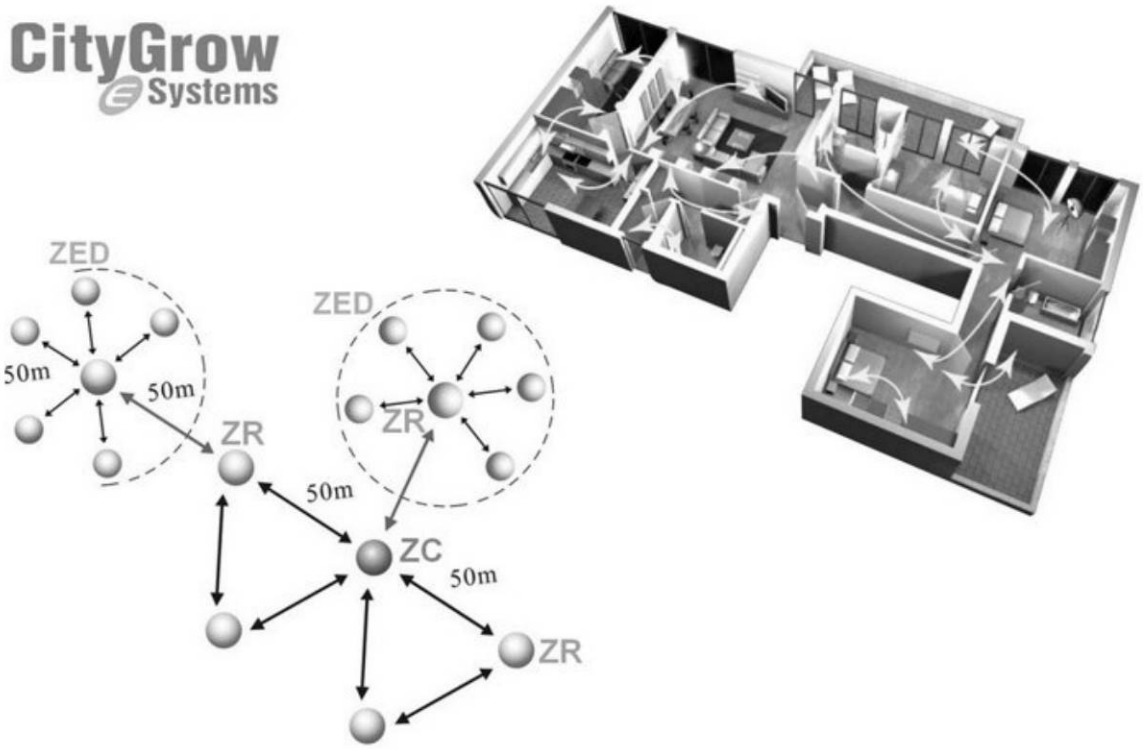


Figure 11.41 Réseau ZigBee
Source : Citygrow

Copyright © 2014 Dunod.

End device et endpoint

À chaque nœud peuvent correspondre des *endpoints* (points de terminaison), identifiés par un numéro entre 1 et 240. Ces points de terminaison représentent une application ou un capteur. Un équipement/capteur (*end device*) peut avoir plusieurs points de terminaison (un capteur combiné température, mouvement et position ON/OFF en possédera trois).

Dans l'exemple figure 11.42, le coordinateur a quatre nœuds, deux configurés comme routeurs et deux comme *end devices*.

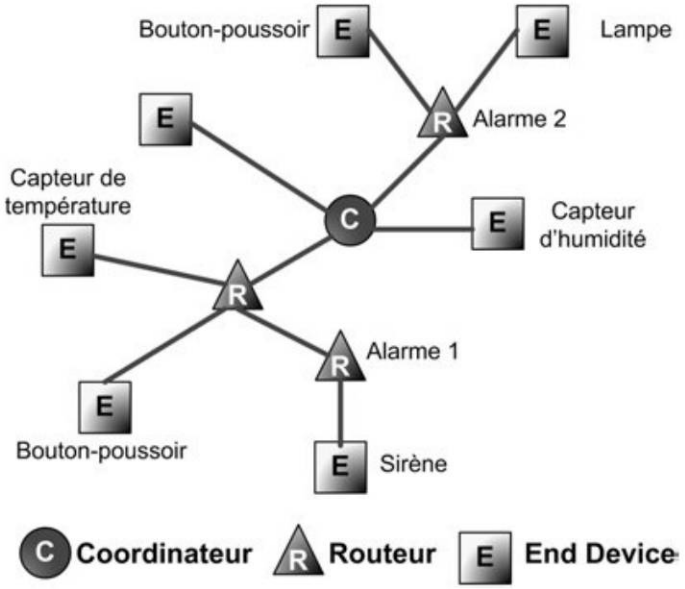


Figure 11.42 Exemple de réseau ZigBee

Coordinateurs, routeurs et certains modules terminaux sont du type **FFD** (*Full Function Device*), utilisant toute la spécification ZigBee et communiquant avec tous les composants, ou **RFD** (*Reduced Function Device*) avec une structure plus simple (mémoire réduite et faible puissance d'émission de 25 mW à 868 MHz) et ne communiquant qu'avec un FFD (tableau 11.3).

Tableau 11.3 Mode de communication des différents composants ZigBee

Mode	Coordinateur	Routeur	*End device*
FFD	Oui	Oui	Oui
RFD	Non	Non	Oui

Le réseau est identifié par le PAN ID (*Personal Area Network Identifier*) de 16 ou 64 bits, le même pour tous les équipements du réseau.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le réseau ZigBee (figure 11.43) peut être en étoile (STAR), en arbre (TREE) ou maillé (MESH), selon le critère recherché : simplicité, fiabilité ou réseau important.

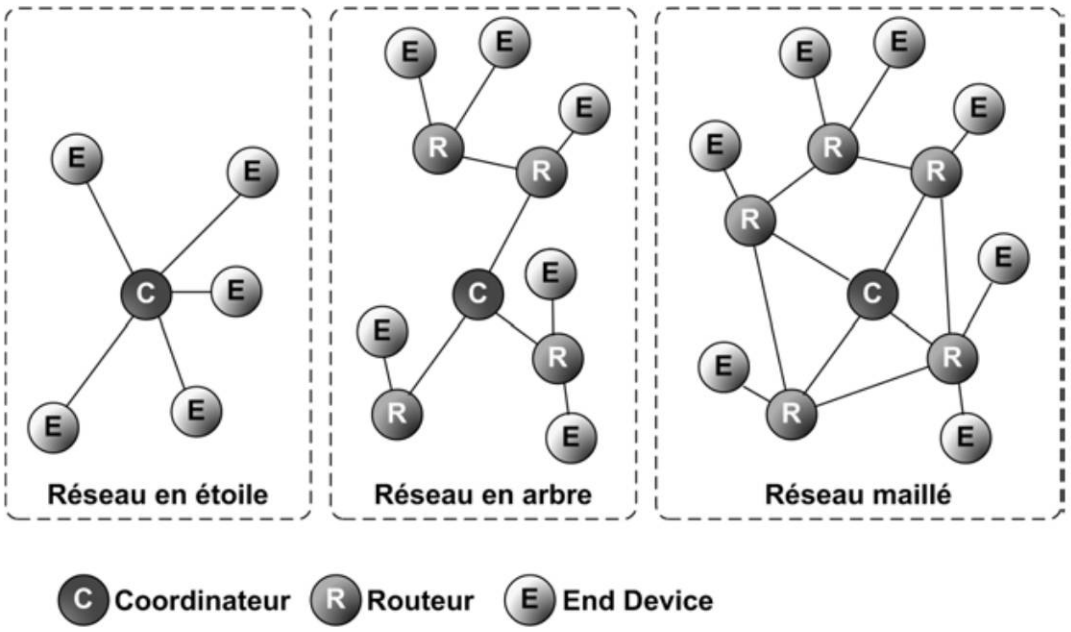


Figure 11.43 Topologie d'un réseau ZigBee

Un réseau maillé assure une fiabilité de transmission maximale (figure 11.44) avec la possibilité pour le signal de prendre un autre chemin le conduisant au module terminal, si un chemin est interrompu.

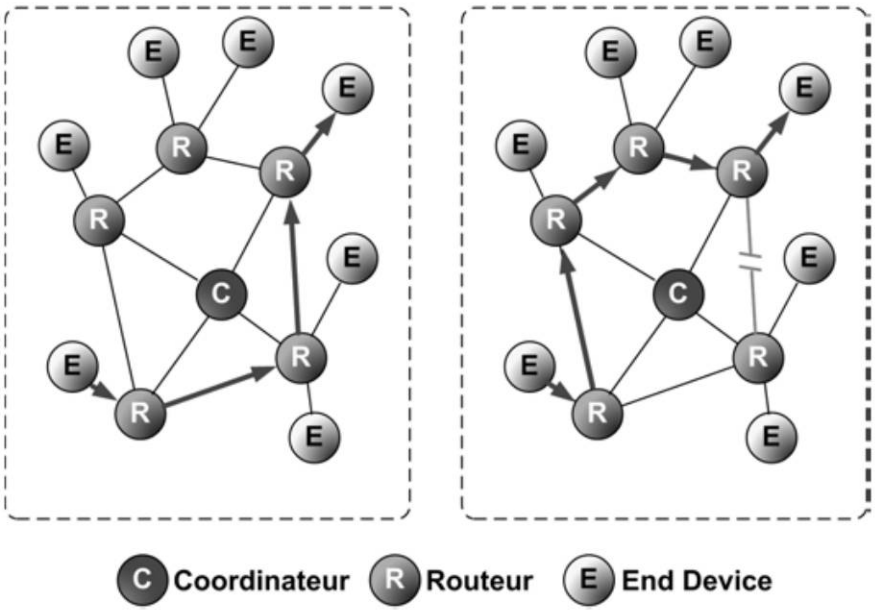


Figure 11.44 Réseau maillé ZigBee
avec interruption locale de relais et route alternative

Copyright © 2014 Dunod.

Adressage ZigBee

Les composants ZigBee utilisent deux adresses :

- l'une, de 64 bits (adresse étendue), est attribuée lors de la fabrication ;
- l'autre, de 16 bits ou « adresse réseau », sert à identifier le réseau et le nœud, permettant de gérer 65 536 nœuds.

Le coordinateur a l'adresse 0X0000 et attribue une adresse aléatoire de 16 bits à chaque élément du réseau (le routeur peut aussi attribuer des adresses).

Télégramme

Le protocole ZigBee dispose de quatre types de télégrammes (128 octets maximum) :

- *beacon* (balise) ou *superframe*, transmis, si nécessaire, par le coordinateur à intervalles définis ;
- trame de données ;
- trame d'acquittement pour confirmation de la bonne réception du télégramme ;
- trame de commande MAC pour la gestion du réseau.

Une trame de données (message de base – figure 11.45) est utilisée pour communiquer soit avec un équipement défini (unicast), soit avec tous les équipements du réseau (broadcast).

Octets :	2	1	2	Var	2	Var	Var	2
	Frame Control Field	Frame Seq Num	Dest PAN ID	Dest Addr	Src PAN ID	Src Addr	Data Payload	FCS
	MAC header						MAC payload	MAC footer

Figure 11.45 Trame de données ZigBee

Si demandé, un télégramme d'acquittement est envoyé au coordinateur.

Pour éviter toute collision (plusieurs commandes transmises en même temps), l'émetteur et le récepteur établissent d'abord, lorsque nécessaire, la liaison et indiquent aux autres composants devant échanger des données de se mettre en attente, puis les données sont transmises pendant un créneau. C'est le mode *non-beacon access* CSMA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). Coordinateur et routeurs doivent être alimentés en permanence. Un autre mode (*beacon access*) alloue un créneau spécifique de transmission à chaque module qui peut se mettre en veille profonde hors créneau ; dans ce cas, la consommation électrique est très faible.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Cluster et profil

Un **profil** permet d'unifier la communication entre plusieurs équipements en unifiant les types de modules, les messages, les actions… Plusieurs types de profils sont définis (certains généraux – *public application profiles* –, définis par ZigBee Alliance, et d'autres propres aux constructeurs) et couvrent la gestion de l'énergie (*smart energy*), de la santé (*health care*) ou de l'habitat (*home automation*). Les profils propres à un fabricant peuvent cependant présenter parfois des problèmes d'incompatibilité avec d'autres équipements.

Les équipements ayant un même profil communiquent entre eux par l'intermédiaire de **clusters** qui peuvent être une sortie vers ou une entrée de l'équipement : dans le profil *home automation*, un cluster est dédié à l'éclairage et est caractérisé par son identité (*cluster ID*). Une bibliothèque (ZCL – *ZigBee Cluster Library*) regroupe les clusters, une cinquantaine environ, par fonction comme l'éclairage, le chauffage, les mesures, l'accès ou la sécurité.

11.2.3 Sécurité des données et encryptage

Il est parfois nécessaire d'encrypter les données transmises. ZigBee peut utiliser trois types de clés : *link key* entre deux équipements, *master key* pour la transmission de la *link key* et *network key* pour sécuriser les communications sur tout le réseau. ZigBee utilise une clé aléatoire sur 32, 64 ou 128 bits (algorithme AES). Deux modes de protection sont possibles : standard et haute sécurité.

11.2.4 Association des éléments d'un réseau ZigBee

Lorsque le coordinateur du réseau est activé, il cherche s'il y a d'autres coordinateurs sur sa fréquence. Si ce n'est pas le cas, il sélectionne une adresse unique pour le réseau (PAN ID – *Personal Area Network Identifier*). Les autres équipements peuvent s'ajouter comme routeur ou *end device*. L'équipement à ajouter scanne les canaux disponibles, cherchant un réseau actif. Il se connecte soit au routeur, soit au coordinateur, en fonction de la puissance du signal reçu. Il envoie une « demande » de connexion au réseau et le routeur ou coordinateur le plus proche lui alloue une adresse.

Le coordinateur sélectionne le nombre maximal d'associations pour chaque routeur et peut déclarer un *end device* comme routeur. Il spécifie aussi la profondeur du réseau (nombre de liaisons du coordinateur à l'élément le plus éloigné). Un élément du réseau garde en mémoire les nœuds disponibles (table de voisins).

11.2.5 Composants compatibles ZigBee

Pour l'habitat, le système ZigBee HA (*home automation*) permet de créer un réseau domestique comprenant jusqu'à 500 nœuds.

Copyright © 2014 Dunod.

Modules de base

Les modules utilisés sont Xbee ou Xbee PRO (figure 11.46), se différenciant par la portée des ondes radio. Ils utilisent 12 canaux dans la bande 2,4 GHz. Chaque module peut fonctionner comme coordinateur, routeur ou *end device* selon la configuration.

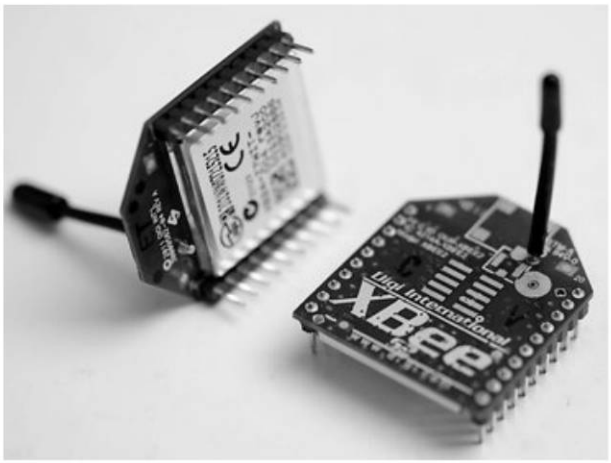


Figure 11.46
Module Xbee
Source : Digi International

Chaque module est associé à un circuit dédié qui correspond à la fonction désirée (coordinateur, routeur, bouton-poussoir, capteur, relais…). L'antenne peut être intégrée ou externe.

Transmission radio

Les ondes radio peuvent être bloquées par des obstacles (murs épais, structure métallique) ou perturbées par un four à micro-ondes ou un ballast d'éclairage, par exemple. On veillera donc à positionner les émetteurs de façon optimale pour un signal de qualité.

Une installation optimale devra obéir à certaines règles comme :

- un positionnement en hauteur, fonction du module (émetteur ou récepteur) et de la fonction (bouton-poussoir, capteur) ;
- un nombre optimal d'émetteurs pour éviter une saturation électromagnétique ;
- une distance minimale entre répéteurs, passerelle ou routeur (au moins 1,5 m).

Coordinateur

Il permet de gérer le réseau et, par un port USB, d'être connecté à un ordinateur pour la configuration du système.

Une faible consommation

Le protocole ZigBee est optimisé pour une faible consommation électrique : l'émission des données ne dure que quelques millisecondes. Un module émetteur-récepteur se mettra ensuite en veille après avoir soit envoyé un acquittement, soit effectué la commande reçue. Les modules émetteurs utilisent une ou des piles comme source de courant.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

11.2.6 Solutions complètes ZigBee

Citygrow

La société suisse Citygrow propose une solution ZigBee complète (figure 11.47) et développe elle-même les modules permettant de piloter les fonctions domestiques.

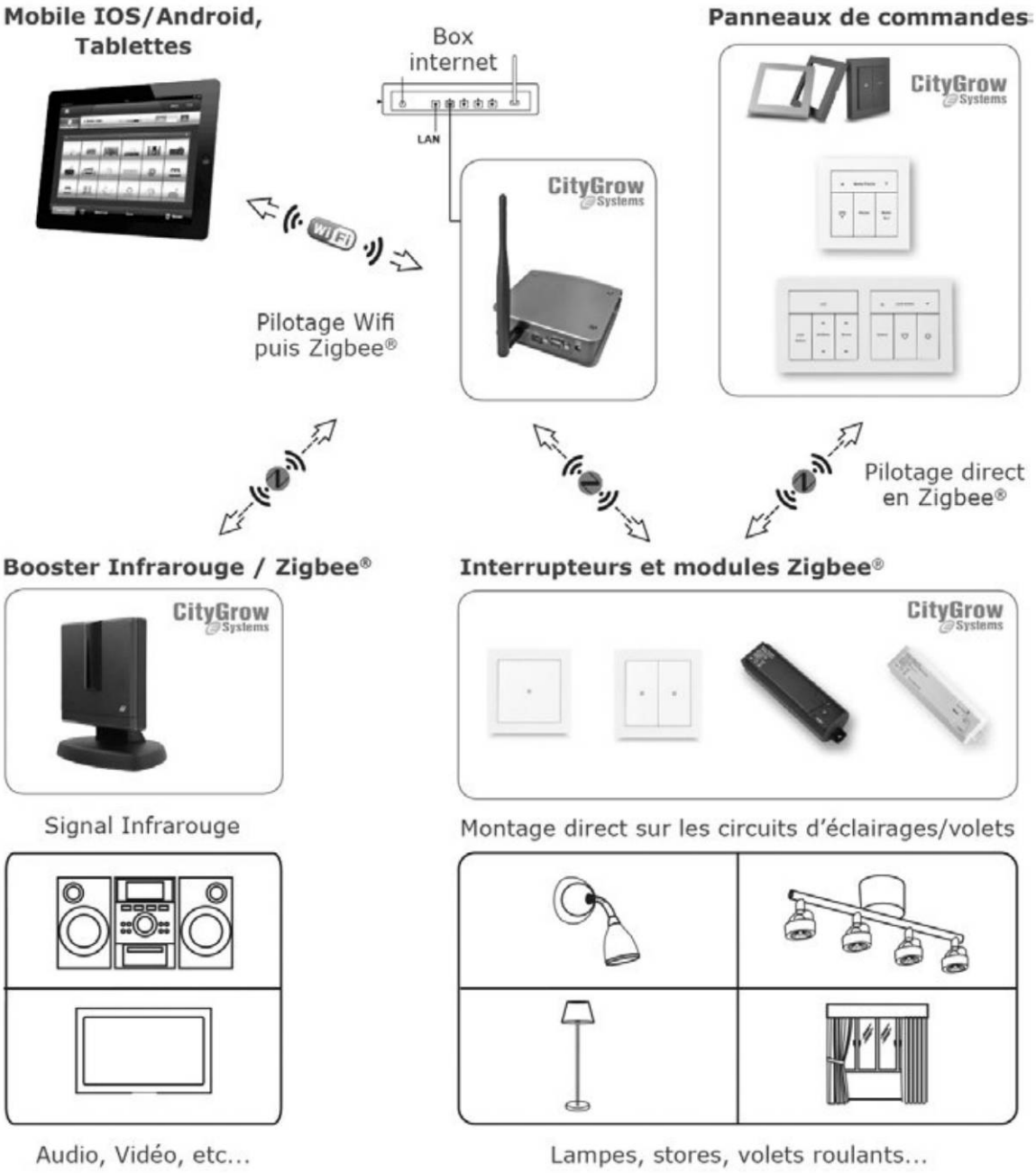


Figure 11.47 Solution ZigBee Citygrow
Source : Citygrow

Copyright © 2014 Dunod.

Les modules déportés (figure 11.48) assurent le contrôle de l'éclairage et des volets roulants.



Figure 11.48 Module déporté
Source : Citygrow

La configuration et la programmation passent par le logiciel HomeNet Planer et les commandes peuvent se faire par boutons-poussoirs, claviers avec différentes configurations personnalisables (figure 11.49), smartphone ou tablette en passant par un routeur relié au contrôleur ZigBee.



Figure 11.49 Claviers de commande
Source : Citygrow

Un convertisseur IR/ZigBee (figure 11.50) permet la commande de tout équipement utilisant une télécommande IR.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.50 Interface IR
Source : Citygrow

La solution Citygrow est aussi bien utilisable pour l'habitat que pour des hôtels, par exemple.

Autres solutions

La société américaine **Pro Control** a développé une approche basée sur un protocole radio à une fréquence de 433 MHz et une connectivité ZigBee permettant d'utiliser tous les modules de ce protocole. Des contrôleurs assurent la gestion des différentes fonctions de l'habitat. En plus du pilotage par smartphone ou tablette, les différentes télécommandes dont les fonctions et interfaces peuvent être programmées depuis un ordinateur, puis téléchargées vers ces télécommandes, sont une particularité. Une fonction IR permet aussi la commande d'équipements audiovisuels à partir de cette télécommande.

Parmi les nombreux fournisseurs de modules ZigBee, un important est la société taïwanaise **Netvox**.

11.2.7 Variantes du système ZigBee

Le protocole ZigBee est décliné sous de nombreuses variantes, selon les domaines d'utilisation envisagés (tableau 11.4).

Pour résoudre la consommation de piles et l'autonomie parfois limitée, ZigBee a développé la variante Green Power.

Copyright © 2014 Dunod.

Tableau 11.4 Variantes du protocole ZigBee

Version	Champ d'application
ZigBee Home Automation	Couvre les aspects *smart home*.
ZigBee Building Automation	Couvre les aspects *smart building*.
ZigBee Energy@Home	Gestion de l'énergie domestique.
ZigBee Green Power	Récupération d'énergie.
ZigBee RF4CE	Gestion des équipements domestiques électroniques et du multimédia.
ZigBee Smart Energy	Mesure et maîtrise des énergies (électricité, gaz, eau). Compteurs communicants pour les fournisseurs d'énergie (*smart grid*).
ZigBee Health Care	Santé et télésurveillance.

ZigBee Green Power

L'utilisation et la gestion de piles ou de batteries constituent le point faible des systèmes utilisant une transmission par ondes radio. La capture d'énergie (*energy harvesting*) permet de développer des modules sans piles ni batteries. En 2012, ZigBee a présenté la variante Green Power basée sur la récupération d'énergie et nécessitant une modification du protocole pour y intégrer cette nouvelle option.

Il est à noter que le protocole radio EnOcean utilise aussi la capture d'énergie sous différentes formes depuis sa présentation en 2001.

11.2.8 ZigBee Alliance

L'association ZigBee Alliance créée en 2002 regroupait en 2013 plus de 400 sociétés proposant plus de 600 produits certifiés. Son rôle est de gérer le protocole, préparer les programmes de certification ainsi que de promouvoir le système. ZigBee Alliance fait aussi partie d'organismes regroupant d'autres protocoles comme BACnet, UpNP, HomePlug ou d'autres associations (IEEE, ANSI…).

Protocole ZigBee : quelle approche pour l'habitat ?

La prolifération de variantes ainsi que les différents objectifs visés par ZigBee entraînent une incertitude dans l'interopérabilité des équipements disponibles. Pour le *smart home*, ZigBee peine cependant à trouver sa place dans l'habitat, d'autres protocoles radio étant plus homogènes dans leur approche. Cependant, ZigBee trouve des applications au niveau *smart metering*, par exemple (transmission des données des compteurs d'eau, de gaz ou d'électricité), avec plus de 40 millions de compteurs électriques équipés de modules ZigBee aux États-Unis en 2013.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

11.3 EnOcean

Comme le protocole ZigBee, EnOcean est aussi basé sur une communication radio, mais en évitant dans la mesure du possible les piles ou batteries pour alimenter de nombreux composants. L'alimentation électrique se fait par production d'électricité au niveau même des modules.

La société EnOcean GmbH a été créée en 2001 (spin-off d'employés de la société Siemens où dès 1995 des recherches sur la récupération d'énergie ont été lancées). Elle a développé une technologie brevetée basée sur la production d'énergie à partir de phénomènes physiques (mécanique, solaire, thermique…) et sa transformation en électricité pour alimenter un capteur (*energy harvesting*) et un émetteur-récepteur radio, le tout sans pile ni batterie (figure 11.51). En 2002, le premier bouton-poussoir a été mis sur le marché, suivi en 2003 par le premier capteur.



Figure 11.51 EnOcean, un concept *energy harvesting* sans piles
Source : EnOcean

En 2008 a été créée l'organisation **EnOcean Alliance**, qui regroupe les sociétés ayant adopté ce standard, soit plus de 300 compagnies début 2013 présentant près de 1 000 produits interopérables. À fin 2013, plus de 250 000 bâtiments de toute nature utilisaient des équipements EnOcean.

En 2012, le protocole EnOcean Radio a été reconnu comme standard international (ISO/IEC 14543-3-10).

11.3.1 Récupération d'énergie – *Energy harvesting*

Il s'agit de récupérer toute forme d'énergie naturelle (mécanique, magnétique, solaire, thermique…) et d'utiliser une technologie de conversion de cette énergie en électricité.

EnOcean utilise ce principe pour alimenter les capteurs et émetteurs ne nécessitant donc ni pile ni batteries rechargeables.

Copyright © 2014 Dunod.

Phénomènes physiques utilisés

Tout phénomène physique produisant directement ou indirectement de l'électricité peut être utilisé : pression mécanique (système magnétorésistif – figure 11.52), cellule photovoltaïque (figure 11.53), différence de température (thermogénérateur utilisant l'effet Peltier – figure 11.54), rotation, vibrations…



Figure 11.52 Module de récupération d'énergie mécanique
Source : EnOcean

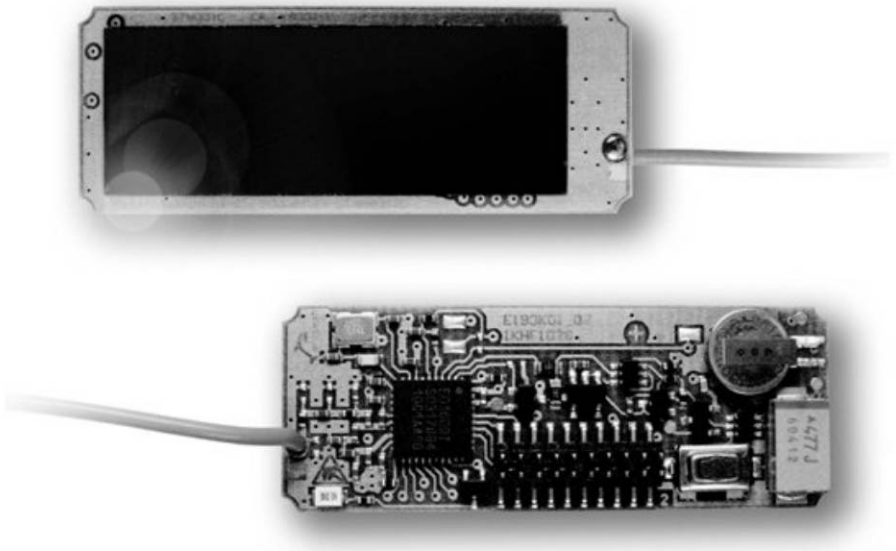


Figure 11.53 Module photovoltaïque de récupération d'énergie
Source : EnOcean

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

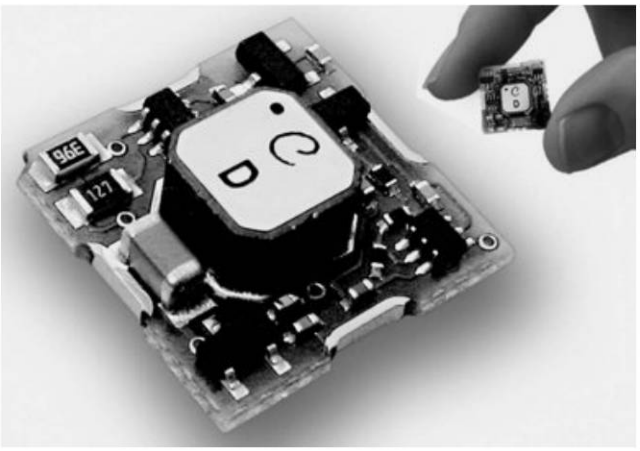


Figure 11.54
Module convertisseur pour récupération d'énergie thermique
Source : EnOcean

Le tableau 11.5 résume les différentes options actuelles.

Tableau 11.5 Mode de récupération d'énergie (*energy harvesting*)

Source d'énergie	Mécanique	Thermique	Lumineuse
Convertisseur	Convertisseur électrodynamique	Effet Peltier	Cellule photovoltaïque
Dimensions	20 × 6 × 1 mm	5 × 5 × 2 mm + cellule Peltier	20 × 10 × 2 mm
Énergie nécessaire	Course de 3 mm	Gradient de température de 5 K	Flux lumineux > 50 lx
Énergie produite	120 mW par action	20 µW min. en continu	20 µW min. en continu

Les convertisseurs basés sur l'effet Peltier, par exemple, permettent même d'alimenter des actionneurs à faible consommation électrique : 7 K (kelvins) de différence permettent de fournir une puissance de 100 µW environ.

Pour les éléments Peltier qui fournissent une très faible tension, EnOcean a développé un convertisseur courant continu qui, à partir d'une tension minimale de 20 mV (soit une différence de température de 2 K), délivre une sortie stabilisée de 3 V.

Stockage d'électricité

Si certains modules n'émettent que lorsqu'une commande doit être envoyée, d'autres doivent être alimentés en permanence pour une transmission périodique d'informations (température, luminosité, détection de CO_2…). Il est donc nécessaire de stocker l'électricité sur une longue période (dans un supercondensateur), mais aussi de pouvoir fournir une puissance relativement élevée en un temps très court (dans un condensateur conventionnel).

Copyright © 2014 Dunod.

11.3.2 Réseau EnOcean

Chaque module capteur (température, position…) se compose d'un « producteur » d'électricité et de son système de gestion, du capteur proprement dit (données ou commande à transmettre) et d'un émetteur-récepteur radio (figure 11.55).

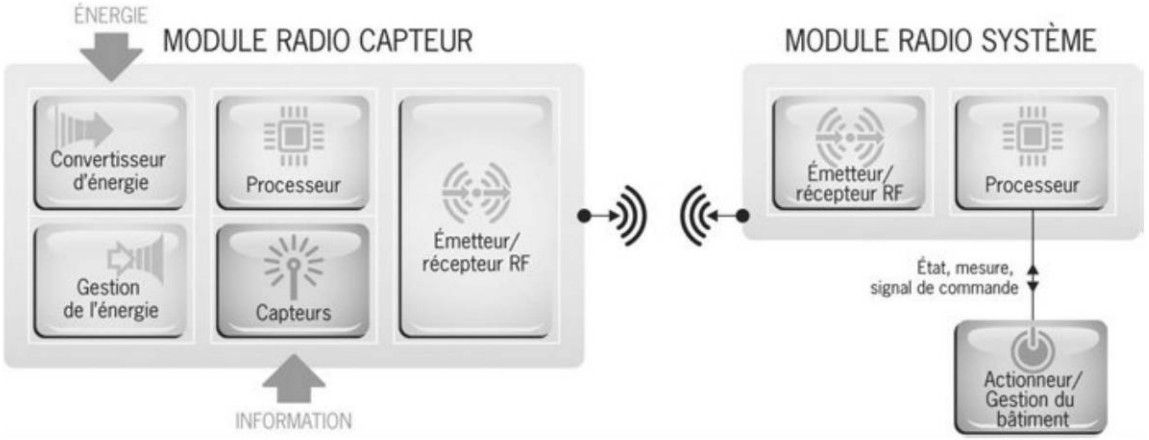


Figure 11.55 Principe de fonctionnement du système EnOcean
Source : EnOcean

Le capteur transmet un signal au récepteur correspondant, qui agit sur l'élément commandé comme l'éclairage ou la fermeture de stores (figure 11.56).

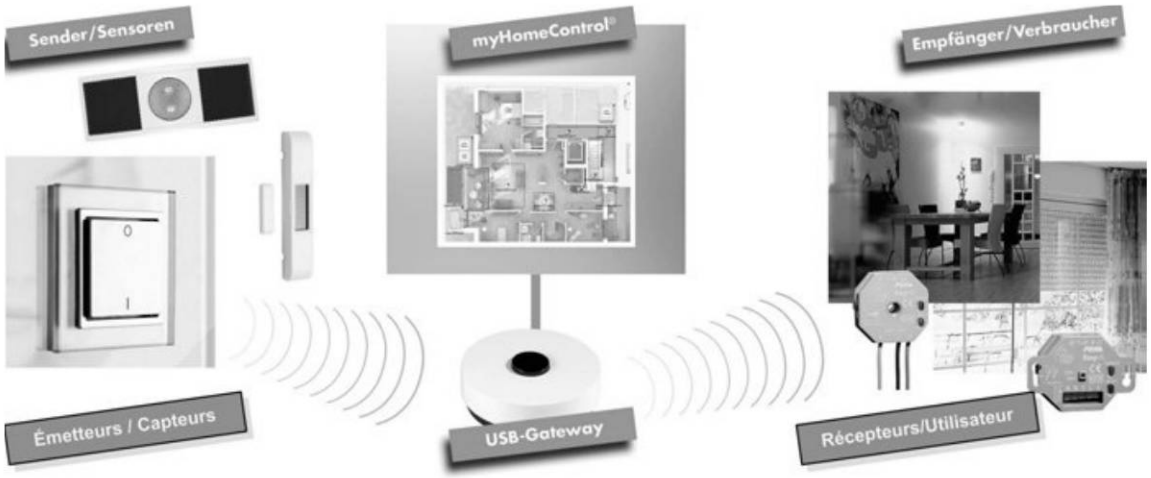


Figure 11.56 Exemple de réseau EnOcean
Source : PEHA

Principe de fonctionnement

Chaque module (capteur, commutateur ou actionneur) communique par radio sur une fréquence de 315 MHz (Amérique et Asie), 868,3 MHz (Europe) ou 902,9 MHz (États-Unis), selon la zone d'homologation avec deux types de modulations (FSK ou ASK).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Dans la modulation ASK (*Amplitude-Shift Keying*), l'amplitude du signal porteur est variée.

La modulation FSK (*Frequency-Shift Keying*) fait varier la fréquence du signal porteur.

La plage de fréquences sous 1 GHz a une portée supérieure et une capacité de transmission dans des matériaux (murs, planchers…) supérieure à la fréquence de 2,4 GHz utilisée par certains protocoles.

Un module émetteur (bouton-poussoir, capteur…) n'envoie un signal que lorsqu'il y a des données à transmettre. Ce signal de très faible puissance et très courte durée constitue un « **télégramme** » très court (≈ 1 ms). Les télégrammes sont transmis avec un débit de 125 kbits/s. Pour éviter toute erreur de transmission, un télégramme est répété trois fois pendant 30 ms. Les données sont transmises par paquets à des intervalles aléatoires afin d'éviter une « collision » (plusieurs capteurs transmettant des données en même temps).

Chaque télégramme (figure 11.57) se compose :

- d'un identifiant (RORG – type de sous-télégramme) ;
- des données à transmettre (DATA) ;
- de l'identifiant de l'émetteur (TXID – 4 octets) ;
- du statut (télégramme retransmis par un répéteur, mécanisme de contrôle de l'intégrité) ;
- HASH/Checksum (valeur de contrôle de l'intégrité de tous les bytes/octets).



Figure 11.57 Structure d'un télégramme EnOcean
Source : EnOcean

Chaque module EnOcean possède une identification propre sur 32 bits, ce qui offre plus de 4 milliards de combinaisons et évite d'avoir deux modules avec la même adresse.

Ce télégramme est transmis à un récepteur radio qui varie selon le type et le nombre d'équipements à commander ou selon l'interface avec un autre protocole.

Topologie du système

Les composants de base du système EnOcean (figure 11.58) sont :

- des émetteurs sans pile ni batterie transmettant une commande ou une information ;

Copyright © 2014 Dunod.

- des récepteurs agissant sur les éléments à contrôler ou activer ;
- des modules émetteurs-récepteurs permettant de traiter et/ou relayer les signaux.

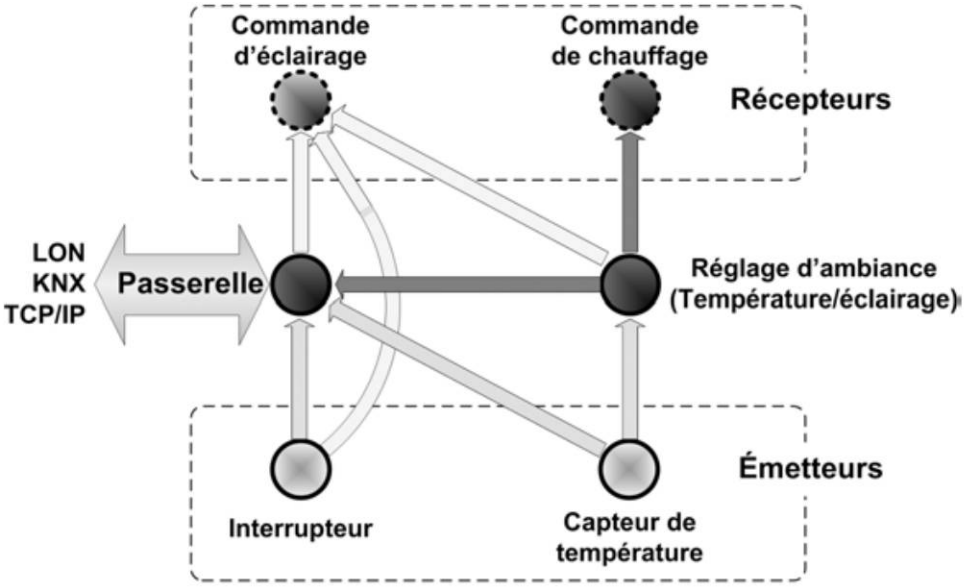


Figure 11.58 Exemple de topologie du système EnOcean

Plateforme EnOcean Dolphin

Elle est basée sur un circuit intégré émetteur-récepteur regroupant toutes les fonctions de base (figure 11.59 – circuit encapsulé).

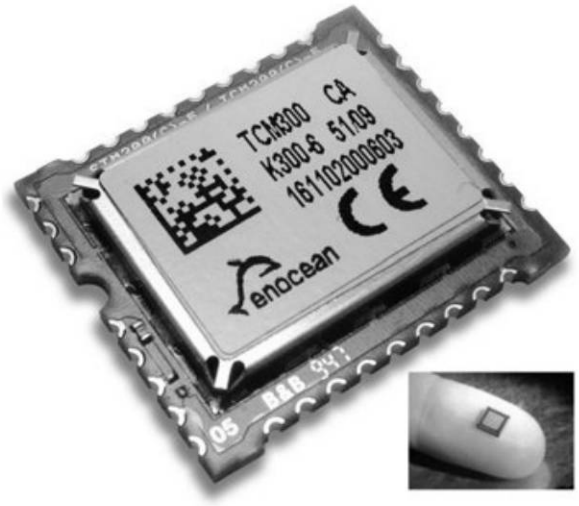


Figure 11.59
Module TCM300 émetteur-récepteur pour capture d'énergie
Source : EnOcean

Au niveau architecture interne, ce circuit à très faible consommation (20 mA maximum en émission) ne requiert que le capteur, la source d'énergie (sans pile ni batterie), un quartz et une antenne.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La plateforme Dolphin (figure 11.60), basée autour de ce circuit, se compose de la couche logicielle et du matériel (hardware) externe associé comme un capteur, un commutateur, un actionneur, une passerelle.

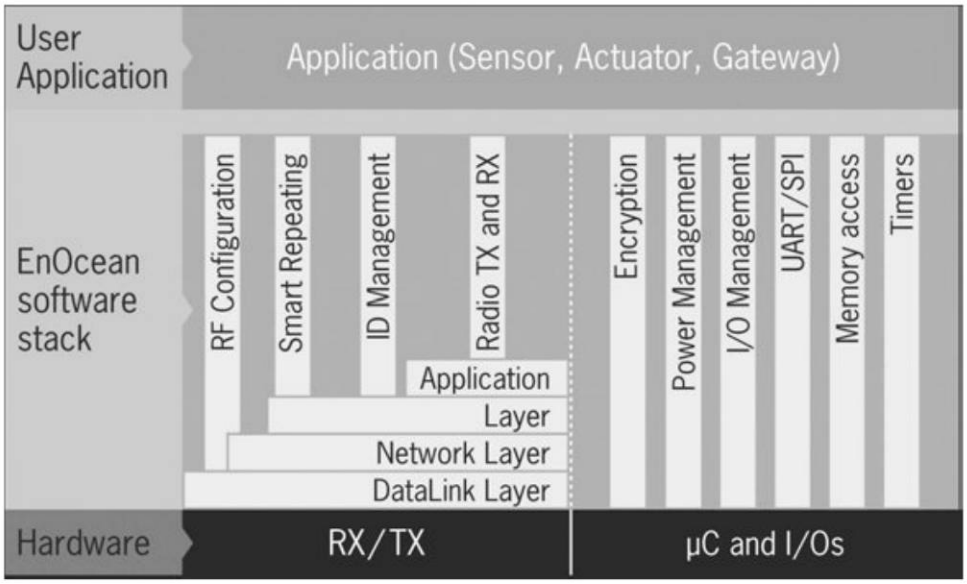


Figure 11.60 Plateforme Dolphin
Source : EnOcean

Gestion de la consommation électrique

Ne faisant appel ni à des piles ni à des batteries, les circuits doivent avoir une consommation très faible (tableau 11.6), mais cependant suffisante pour alimenter les émetteurs et en même temps offrir une portée suffisante.

Tableau 11.6 Consommation électrique du module Dolphin

Mode du module	Consommation
OFF mode	≈ 20 nA
Deep sleep timer mode	≈ 100 nA
Flywheel sleep mode	≈ 500 nA
Short term sleep mode	≈ 15 µA
Standby mode	≈ 1,4 mA
CPU mode	≈ 4 mA
TX (868 MHz, 10 dBm)	≈ 20 mA
RX (868 MHz)	≈ 30 mA

Copyright © 2014 Dunod.

Portées des émetteurs

Les émetteurs ont une portée moyenne de 300 m à l'extérieur et de l'ordre de 30 m à l'intérieur (variable selon la topologie comme type de mur, épaisseur, nombre de murs à traverser). Si la portée du signal est insuffisante, des répéteurs peuvent être utilisés pour relayer le signal (figure 11.61).



Figure 11.61 Système EnOcean sans et avec répéteur
Source : EnOcean

Dans une installation, le nombre de répéteurs doit être limité (cinq maximum) afin d'éviter une surcharge du canal de transmission.

Un mesureur de champ permet de tester les zones couvertes pour déterminer une réception optimale (figure 11.62).



Figure 11.62
Mesureur de champ
Source : EnOcean

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Sécurité des transmissions – Rayonnement électromagnétique

Les données transmises peuvent éventuellement être interceptées et détournées : un malfaiteur pourrait, par exemple, accéder à la commande de la porte principale, à l'ouverture d'une fenêtre ou d'un volet roulant.

Le protocole EnOcean propose deux niveaux de sécurité pour les télégrammes (figure 11.63) : chiffrement de données avec utilisation de différents algorithmes et, autre option, addition d'un code tournant (*rolling code*).

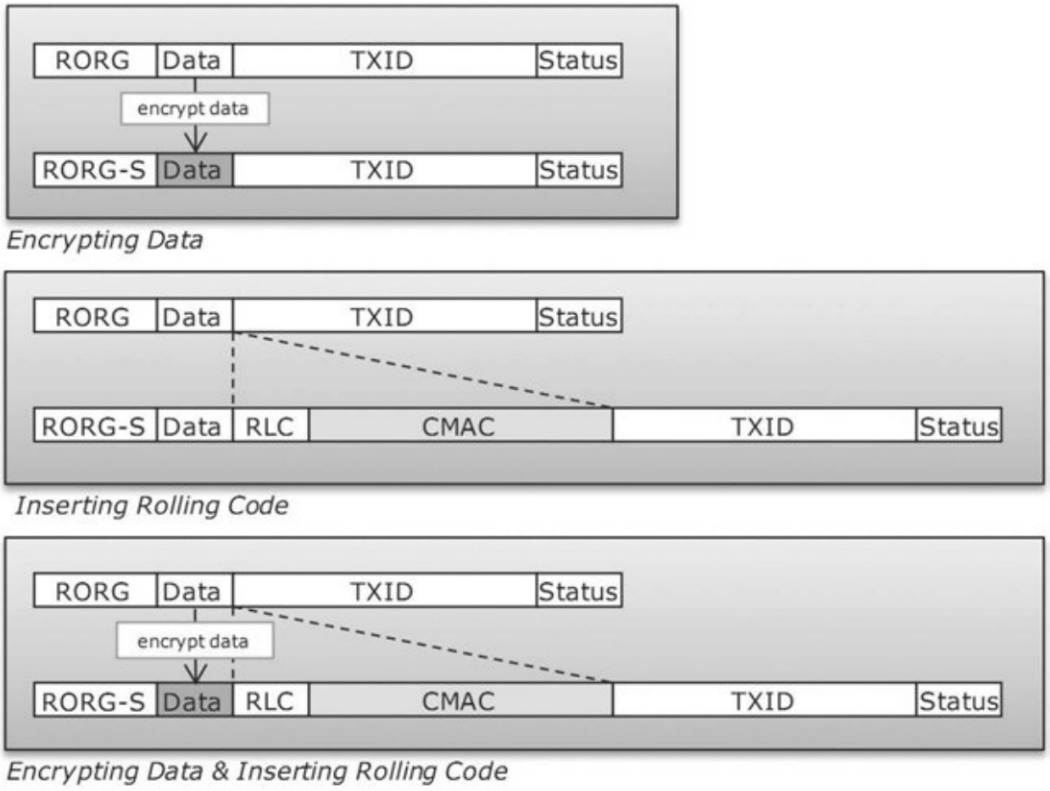


Figure 11.63 Niveaux de protection des télégrammes EnOcean
Source : EnOcean

La courte durée des émissions minimise le **rayonnement électromagnétique**, produit uniquement lors de transmission de données ou de commandes.

L'institut allemand ECOLOG a mesuré en 2009 le rayonnement de différents systèmes de transmission (tableau 11.7). Il en est résulté les très faibles valeurs pour le système EnOcean à 868 MHz dues au fait qu'un composant n'émet que lorsqu'il est utilisé (bouton-poussoir, commutateur…) ou lorsqu'il transmet une information (température, ouverture ou fermeture de fenêtre…). L'émission est aussi très courte et de très faible puissance.

Copyright © 2014 Dunod.

Tableau 11.7 Émissions électromagnétiques comparées

Équipement	Fréquence(s)	Distance	Puissance surfacique (W/m^2)
Bouton-poussoir EnOcean	868 MHz	1 m	0,000013
Interrupteur secteur	868 MHz	1 m	0,00000053
Interrupteur secteur	100 MHz-3,0 GHz	1 m	0,0015
Station de base DECT	1 880-1 900 MHz	0,1 m	0,02
Téléphone DECT	1 880-1 900 MHz	0,1 m	0,02
Wi-Fi	2 400-2 483,5 MHz	2 m	0,02

11.3.3 Exemples de composants EnOcean

Éléments simples

Un **bouton-poussoir** basé sur le déplacement linéaire d'un aimant dans une bobine et son électronique associée sont présentés figure 11.64. Le fait d'appuyer sur le bouton-poussoir déplace l'aimant dans la bobine et crée un courant utilisé par le capteur et l'émetteur pour transmettre un signal correspondant à la commande souhaitée (allumage ou extinction d'une lampe, par exemple). Le bouton-poussoir illustré offre quatre contacts différents.

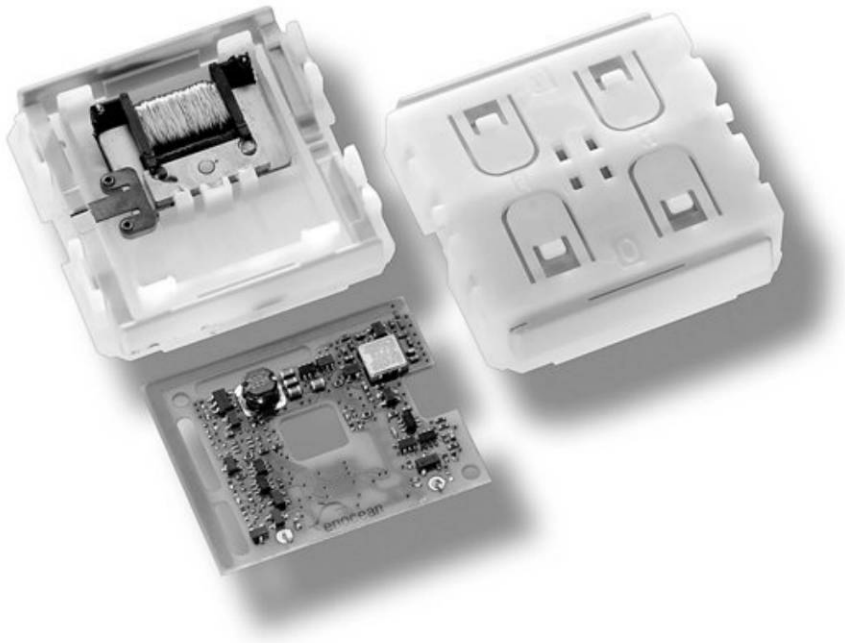


Figure 11.64 Bouton-poussoir sans pile ni batterie
Source : EnOcean

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Si, pour un bouton-poussoir, l'électricité est produite au moment où on l'active, certains modules vont requérir un stockage d'électricité (capteur de température ou d'humidité, par exemple). Le composant retenu est un condensateur ou un super-condensateur, qui a l'avantage, par rapport à des batteries, d'une durée de vie ainsi que d'un nombre de cycles charge/décharge très importants (plusieurs millions de cycles).

Programmation de base (un émetteur et un récepteur)

Pour une application simple (contrôle de l'éclairage d'une pièce, par exemple), deux modules suffisent : un bouton-poussoir avec émetteur ou une télécommande (sans pile ni batterie) et un récepteur placé entre l'alimentation électrique et la ou les lampes.

Pour connecter un émetteur à un récepteur (figure 11.65) :

- le récepteur est mis en position apprentissage (LRN) par l'appui sur une touche (généralement une diode s'allume ou clignote) ;
- l'émetteur est placé en position apprentissage soit par l'appui sur la touche correspondante, généralement nommée « LRN », soit par l'actication du bouton-poussoir ;
- le récepteur reconnaît automatiquement l'émetteur et l'ensemble est apparié.

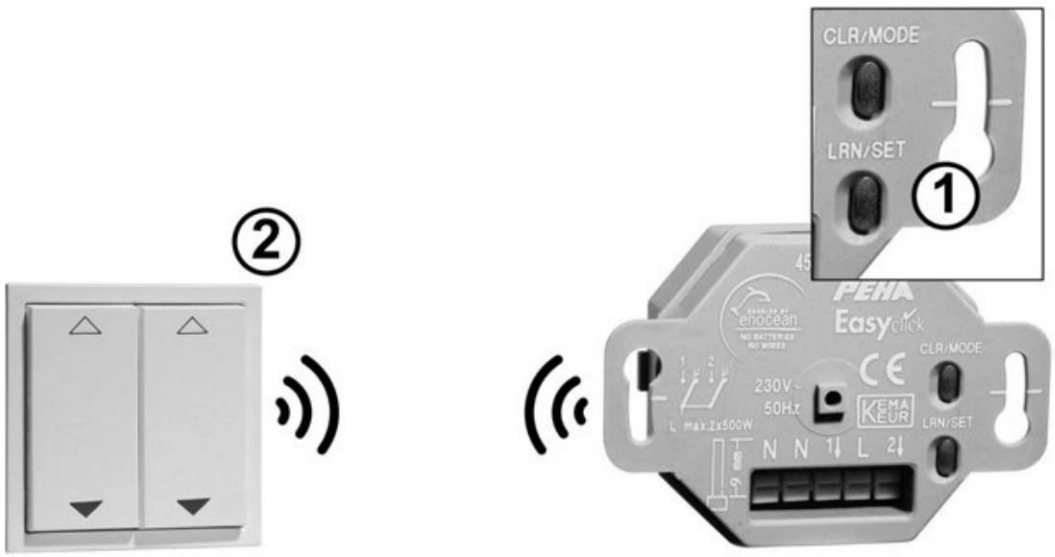


Figure 11.65 Connexion de deux composants du système EnOcean

La reconnaissance de la communication est généralement signalée par une diode sur l'émetteur ou le récepteur ou par un symbole s'il y a un afficheur LCD.

Avec la même approche, tous les volets roulants d'une pièce ou ceux de l'habitat peuvent être contrôlés de façon centrale par un bouton-poussoir ou par une télé-commande sans pile ni batterie : chaque récepteur agissant sur un volet roulant est

Copyright © 2014 Dunod.

placé en mode apprentissage, puis l'émetteur (bouton-poussoir ou télécommande) est soit placé en mode apprentissage, soit activé pour chaque émetteur.

Le télégramme envoyé (figure 11.66) précise sa fonction apprentissage (*LRN type*).

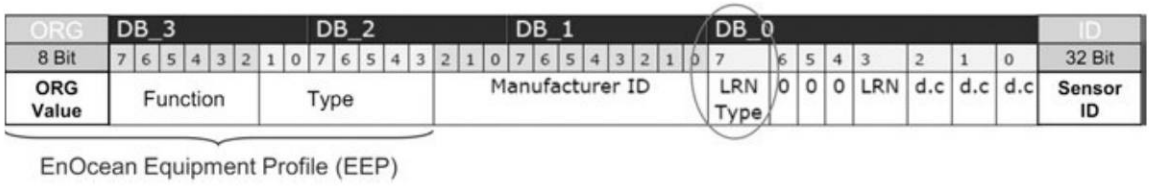


Figure 11.66 Télégramme d'apprentissage EnOcean
Source : EnOcean

Un émetteur peut être associé à un autre récepteur après « effacement » auprès du premier récepteur. Un émetteur peut être associé à plusieurs récepteurs (un bouton-poussoir et plusieurs lampes, par exemple).

Pour une configuration plus complexe (plus de fonctions avec le bouton-poussoir, par exemple), une programmation logicielle est alors nécessaire.

Installations comparées

Un exemple d'installation comparée (conventionnelle/EnOcean) est présenté figure 11.67.

Dans une installation classique, éclairage et volet roulant sont commandés chacun par un bouton-poussoir secteur câblé à l'alimentation des lampes ou des volets. Le radiateur est réglé soit manuellement, soit par une vanne thermostatique (basée sur la température du radiateur). Si un thermostat radio est utilisé, il nécessitera une ou plusieurs piles ainsi qu'une vanne thermostatique utilisant elle aussi une ou plusieurs piles ou alimentée par le secteur.

Dans une installation EnOcean, chaque éclairage est commandé par un bouton-poussoir E_L, qui transmet la commande à un récepteur. Le volet roulant est aussi piloté par un bouton-poussoir E_V et peut être asservi à un capteur de température T et/ou un détecteur de luminosité L, tous deux alimentés par une cellule solaire. Le robinet thermostatique R du radiateur peut être piloté par le capteur de température et, si nécessaire, par un capteur de présence ou un détecteur de position de fenêtre. Tous ces composants radio n'utilisent ni pile ni batterie. Chacun des boutons-poussoirs et capteurs est positionnable selon les besoins ou l'emplacement optimal. Le récepteur radio du volet roulant est alimenté par le secteur, alors que celui du radiateur l'est de façon autonome par effet Peltier. Un bouton-poussoir OFF (quitter la pièce) peut, par exemple, d'une seule commande éteindre toutes les lumières, baisser le volet roulant et réduire la consigne de température.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

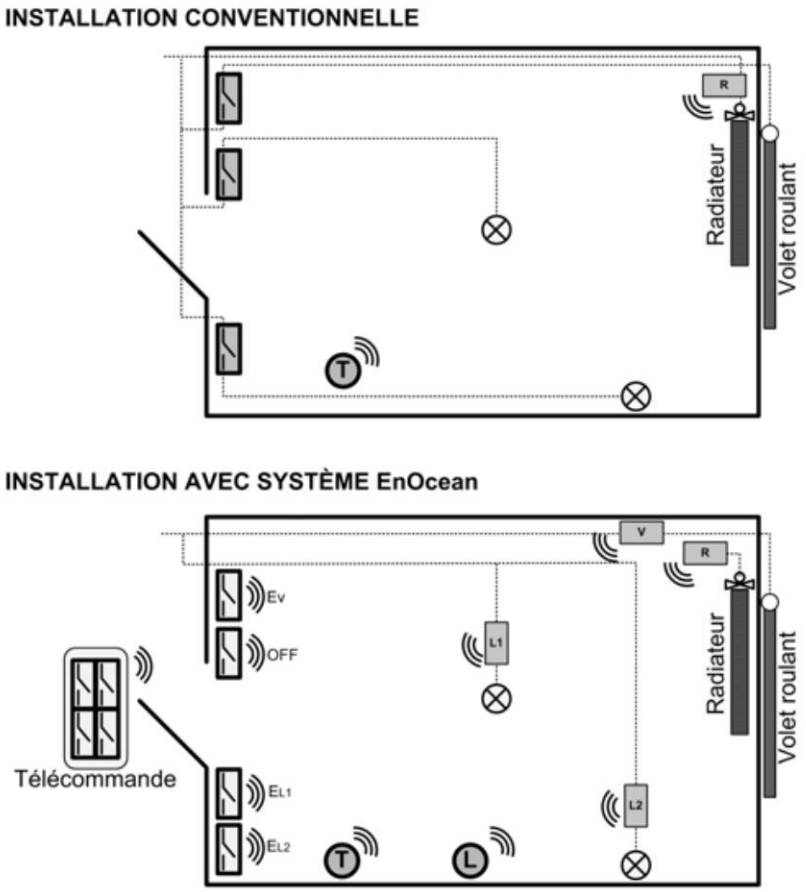


Figure 11.67 Exemple d'installation simple avec modules EnOcean

Il est également possible d'utiliser une télécommande qui pourra, par exemple, être aussi fixée au mur et servir de commande centrale.

Les récepteurs ne doivent pas être installés dans des boîtiers métalliques qui bloquent la réception. L'antenne, lorsqu'elle est extérieure, doit être positionnée de façon à avoir un niveau de réception maximal et éviter les interférences possibles causées par un moteur, un transformateur ou une alimentation (téléviseur ou ordinateur, par exemple).

Mise en service

Les modules sont du type « *push and play* » :

- chaque récepteur est placé en mode apprentissage ;
- l'émetteur correspondant est soit aussi placé en mode apprentissage, soit activé pour envoyer un « télégramme » correspondant à sa fonction ;
- le récepteur mémorise l'émetteur et accepte ses « télégrammes ».

Copyright © 2014 Dunod.

11.3.4 Modules sans piles compatibles EnOcean

Une variété de modules couvrant pratiquement tous les domaines

Les modules EnOcean disponibles (commutateurs, capteurs ou actionneurs) permettent une automatisation de très nombreuses fonctions sans utilisation de pile ni de batterie.

Généralement, ces modules sont des émetteurs (bouton-poussoir de commande d'éclairage, de volets roulants… ou capteurs transmettant des données ou des signaux comme la température, la position d'une porte ou d'une fenêtre, la détection de fumée ou de chaleur…).

Ceux présentés ci-dessous ne sont que quelques exemples. Pour plus de modèles, on se référera aux différents fournisseurs.

L'élément le plus simple est le **bouton-poussoir** utilisant un convertisseur électrodynamique avec deux fonctions (ON/OFF) ou plus flexible (clic ON / clic OFF / maintenu pour un variateur ou des volets roulants). En s'affranchissant de câblage, les boutons-poussoirs ou capteurs vont pouvoir être installés sur n'importe quelle surface (figure 11.68) et à l'emplacement optimal, tout en offrant aussi la possibilité de déplacer cet élément à tout moment. Certains équipés d'un aimant peuvent être fixés sur une surface an acier et retirés pour être utilisés comme télécommande.

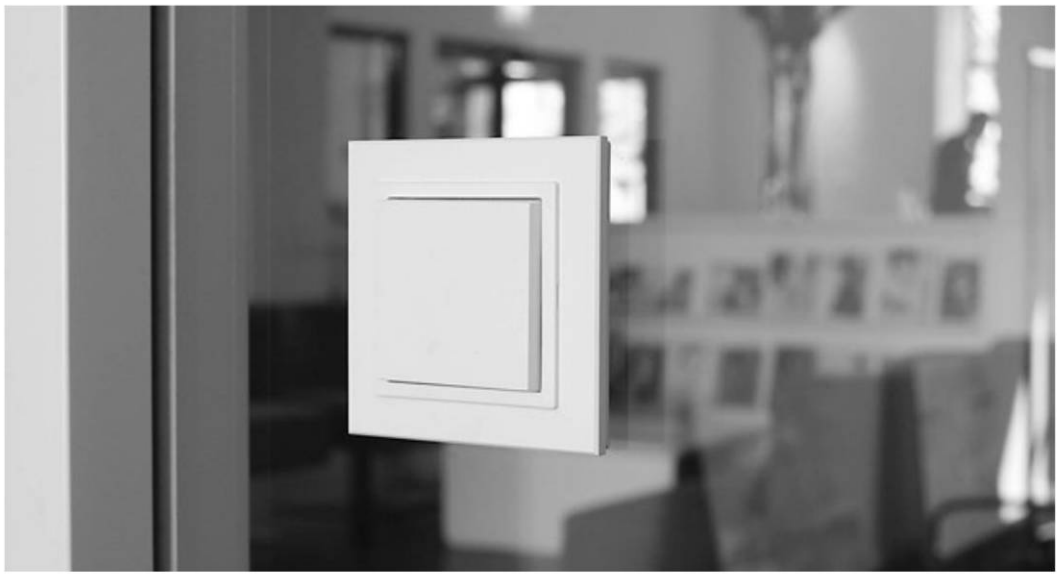


Figure 11.68 Bouton-poussoir sans pile installé sur une vitre
Source : EnOcean

Le **contact de fenêtre** alimenté par une cellule photovoltaïque (figure 11.69) assure une fonction de sécurité en transmettant la position de la fenêtre (fermée, ouverte/basculée), mais aussi de gestion de l'énergie permettant de réduire le chauffage, si la fenêtre est ouverte ou basculée.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.69 Détecteur de position de porte ou de fenêtre sans pile
Source : PEHA

La **poignée de fenêtre ou de porte** (figure 11.70) transmet sa position et renseigne sur l'état de la fenêtre ou de la porte (sécurisée ou non). Un télégramme est émis à chaque mouvement de la poignée, qui actionne un convertisseur électrodynamique.

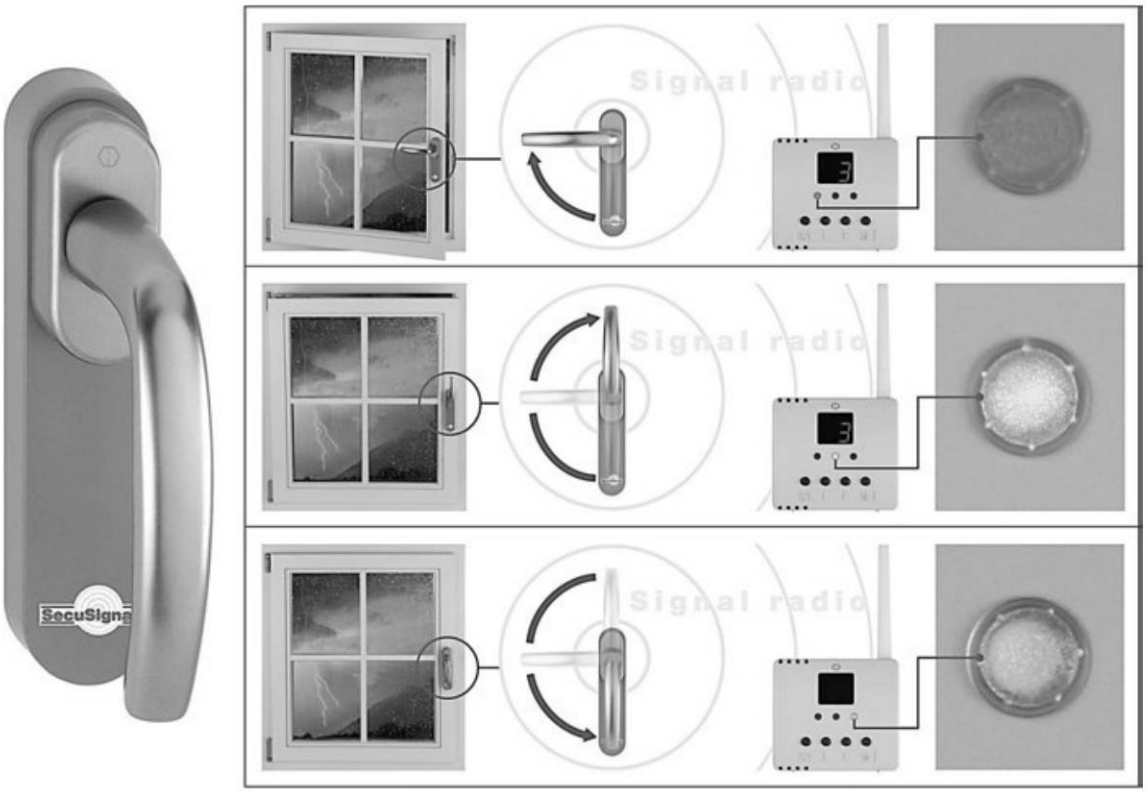


Figure 11.70 Poignée de porte ou de fenêtre sans pile
Source : Hoppe

Copyright © 2014 Dunod.

Les poignées peuvent aussi communiquer avec un récepteur indépendant indiquant pour chaque porte ou fenêtre connectée la position par une diode de couleur.

Un **détecteur de présence** alimenté par une cellule photovoltaïque renseigne sur l'occupation du local et peut aussi transmettre la valeur de la luminosité (figure 11.71).



Figure 11.71 Détecteur de présence et de mouvement sans pile
Source : Flextron

N'utilisant pas de pile ni de batterie, la conception de boutons-poussoirs complètement étanches est possible. Les sociétés allemande **Hansgrohe** et autrichienne **Vicos** ont développé une commande de bac de douche étanche et sans piles permettant de régler l'éclairage et le type de jet d'eau.

La société française **id-rf**, filiale du groupe Altyor, a présenté un boîtier étanche avec quatre contacts (figure 11.72) pouvant aussi servir de télécommande. Elle développe différents modules (capteurs, détecteurs…) aussi pour d'autres protocoles.



Figure 11.72 Commande étanche quatre contacts
Source : id-rf

Différents **capteurs** permettent, au niveau de l'habitat individuel, de transmettre des informations sur la température, l'humidité, le taux de CO_2, la consommation électrique…

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Des **capteurs d'ambiance** pour optimisation de la consommation énergétique sont aussi disponibles. Celui de la société suisse **Sauter** peut mesurer et piloter la température, la position des stores roulants, l'éclairage et un ventilateur et déterminer la présence ou non de personnes dans la pièce (figure 11.73).



Figure 11.73 Réglage d'ambiance sans fil
Source : Sauter

L'alimentation électrique est faite par une cellule photovoltaïque et un supercondensateur (en option, une pile peut aussi être installée pour les locaux avec faible éclairage). Le contrôle peut se faire par programmation ou par accès direct en utilisant les différentes touches. Ce boîtier peut être associé à un contrôleur d'ambiance pilotant les équipements installés et offrant une interface vers le protocole BACnet.

La société allemande **IQfy** a développé une chaise avec détecteur de présence intégré (IQchair – figure 11.74). Le capteur basé sur la technologie EnOcean peut aussi être intégré à un fauteuil ou à un canapé et n'utilise aucune pile ni batterie.



Figure 11.74 Chaise équipée d'un capteur de présence sans pile
Source : IQfy

Copyright © 2014 Dunod.

Sur le même principe, un matelas (IQmat – figure 11.75) utilisant un capteur de pression localisé au centre permet de détecter la présence d'une personne au lit.



Figure 11.75
Matelas avec détecteur de présence sans pile ni batterie
Source : IQfy

Ce capteur permet, selon qu'il détecte ou non une personne assise ou couchée, de piloter toute fonction associée : action sur l'éclairage et/ou le chauffage, par exemple, et un transfert automatique d'appels téléphoniques vers un portable ou un standard pourra même être envisagé (figure 11.76).

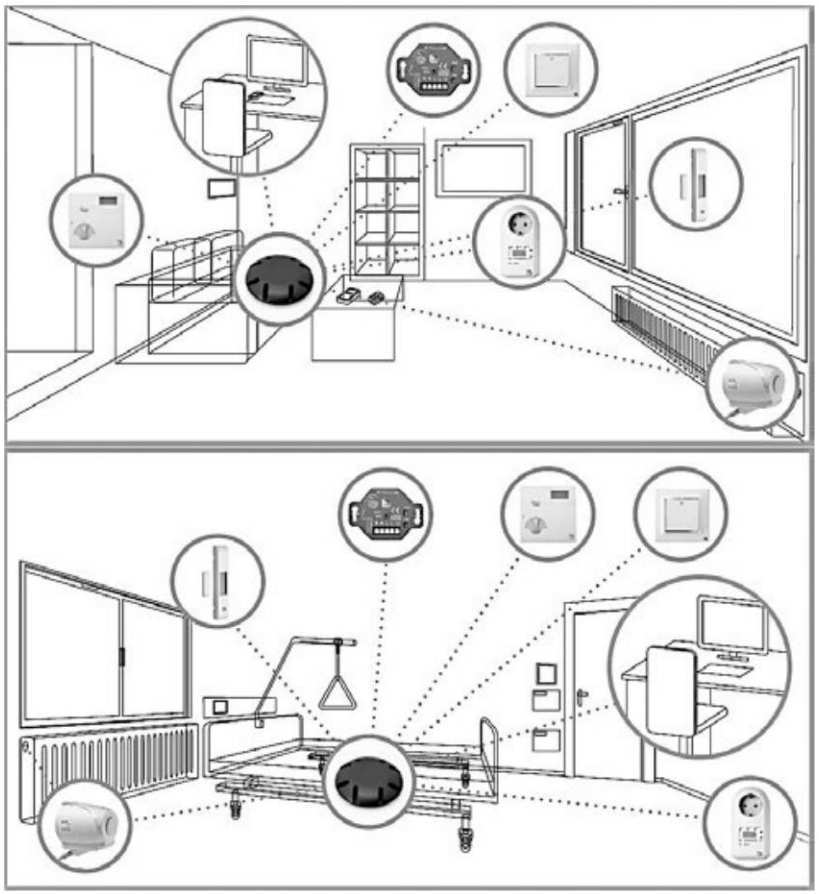


Figure 11.76
Pilotage de différentes fonctions à partir d'un fauteuil ou d'un lit équipés du capteur de présence
Source : IQfy

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Certains capteurs mesurant et transmettant des données en continu ou à intervalles rapprochés peuvent malgré tout nécessiter une alimentation plus importante. La société irlandaise Solarprint a développé une cellule photovoltaïque de grande surface optimisée pour l'éclairage intérieur utilisable avec les modules EnOcean.

11.3.5 Modules avec piles compatibles EnOcean

Ces modules sont généralement des récepteurs connectés aux équipements à commander (lampe, volet roulant, ventilation…) alimentés par le secteur. Ils n'ont généralement pas besoin d'alimentation par pile ou batterie.

Topologie

Les récepteurs peuvent être installés de façon décentralisée, c'est-à-dire connectés directement aux équipements à contrôler (figure 11.77). L'autre option est d'utiliser un récepteur central avec des interfaces reliées aux équipements à contrôler (figure 11.78).

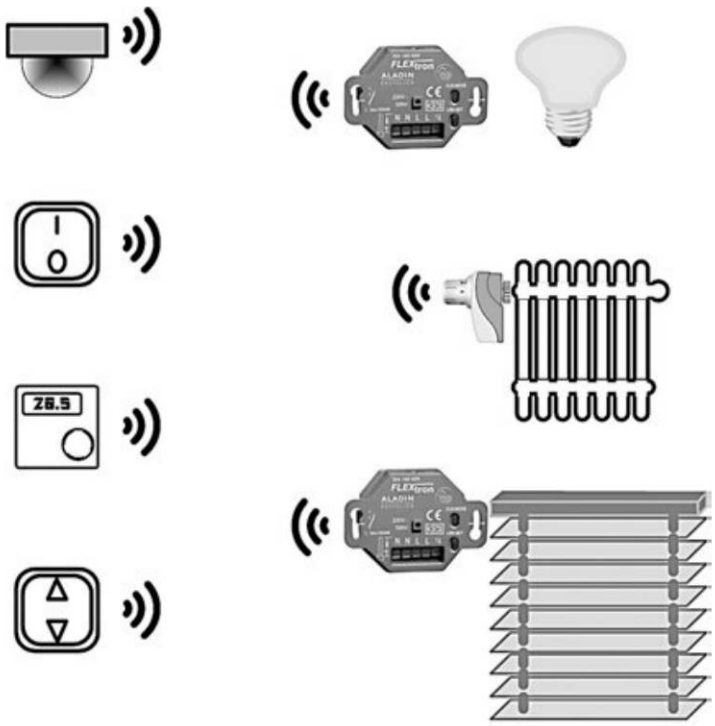


Figure 11.77 Topologie EnOcean décentralisée
Source : Modules Flextron

La première approche est plus adaptée à une installation électrique existante, alors que la seconde se prête plus à un habitat neuf avec un réseau électrique adapté au système EnOcean.

Copyright © 2014 Dunod.

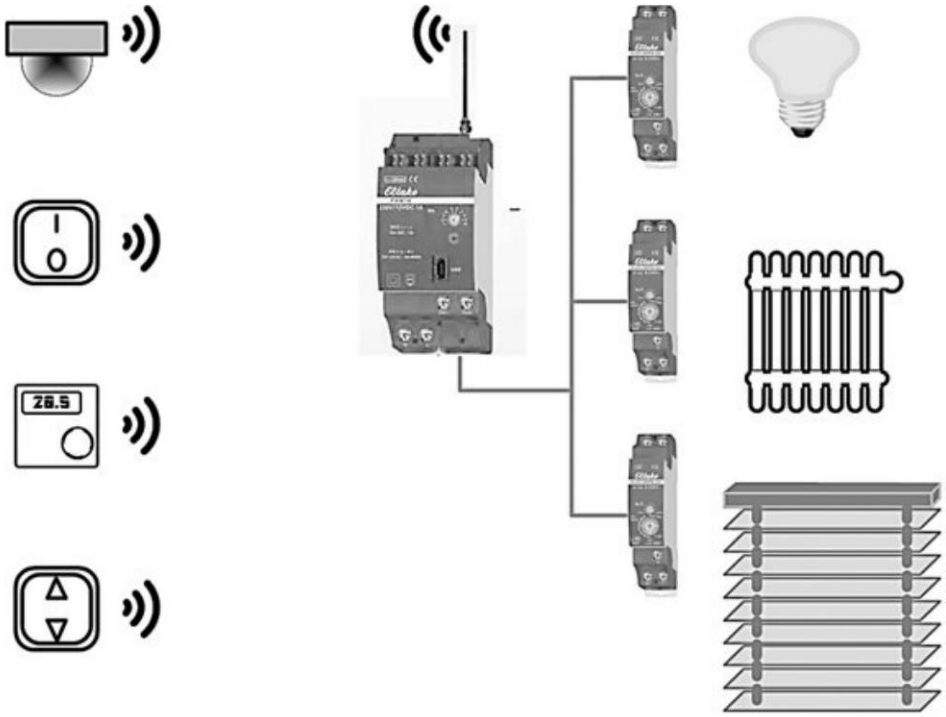


Figure 11.78 Topologie EnOcean centralisée
Source : Modules Eltako

Exemples de récepteurs

Les récepteurs du système EnOcean peuvent être encastrés dans un mur (figure 11.79), insérés dans un tableau électrique avec rail DIN (figure 11.80) ou installés indépendamment.



Figure 11.79 Module récepteurs à encastrer
Source : PEHA

Les récepteurs peuvent piloter plusieurs équipements en fonction du nombre de canaux de sortie.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.80 Module récepteurs multicanaux pour rail DIN
Source : Telefunken

Les récepteurs peuvent aussi être intégrés aux équipements à piloter (vanne thermostatique, sirène d'alarme, prise à brancher…). Le module de la société allemande Permundo, par exemple, permet l'alimentation d'une charge électrique avec la détection automatique du type (aussi pour les différentes lampes comme fluocompacte ou LED) et la mesure de la consommation.

Ces récepteurs doivent être positionnés de façon à recevoir le signal transmis par l'émetteur correspondant avec le maximum de puissance (minimiser le nombre de murs à traverser, pas de boîtier métallique, orienter l'antenne extérieure…).

11.3.6 Actionneurs sans pile ni batterie

Le développement du principe de récupération d'énergie peut être étendu aux actionneurs. Les conditions préalables sont d'une part des moteurs à très faible consommation, mais aussi la production autonome et locale d'électricité en fonction du type d'équipement à piloter ainsi que son stockage. Les éléments Peltier, par exemple, peuvent tirer profit d'une différence de température entre le radiateur et l'air ambiant pour alimenter une **vanne thermostatique**.

Si l'extension de la notion de capture d'énergie (*energy harvesting*) à des actionneurs semble la plus élégante (équipements sans alimentation externe), elle se heurte à la faible « production » électrique (cellule photovoltaïque ou effet Peltier – figure 11.81 – par exemple) et doit mettre en œuvre des composants à très faible consommation. La possibilité d'alimenter un actionneur (moteur ou vérin, par exemple) à très faible consommation électrique à partir d'une source « locale » ouvre de nombreuses opportunités à un système sans fil. Quelques réalisations montrent la faisabilité de cette approche.

Les vannes thermostatiques des sociétés Kieback&Peter (Allemagne), Spartan (Canada) ou Micropelt (Grande-Bretagne) en sont des exemples.

Copyright © 2014 Dunod.

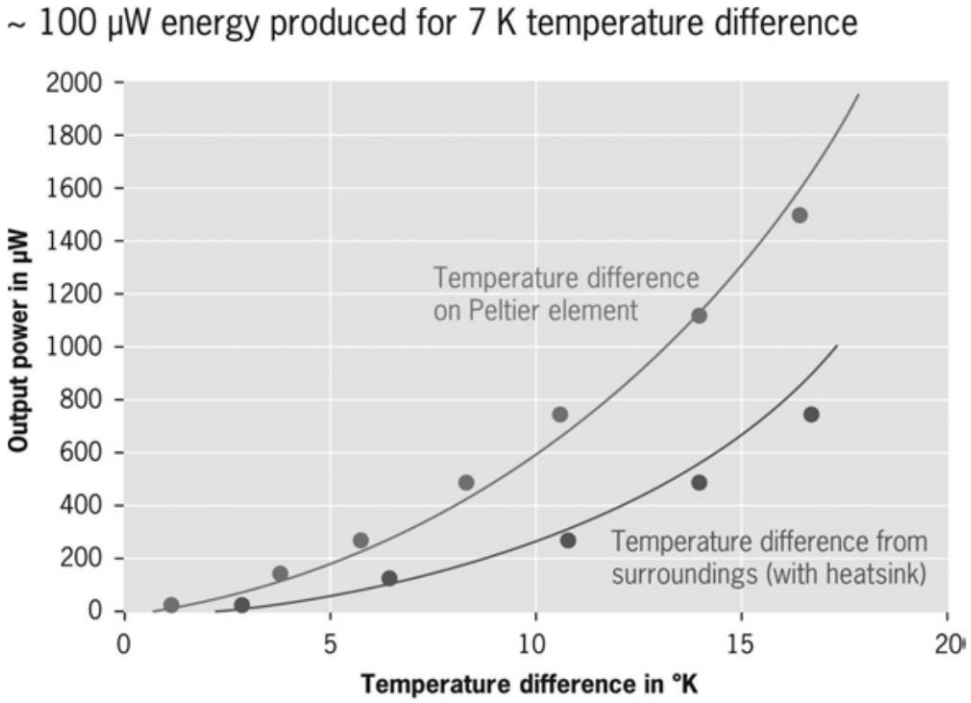


Figure 11.81 Génération d'énergie par effet Peltier
Source : EnOcean

Le système en:key de **Kieback&Peter** (figure 11.82) se compose d'un capteur de température alimenté par une cellule photovoltaïque et d'une vanne thermostatique alimentée par effet Peltier (figure 11.83). Le capteur dispose de plusieurs modes de fonctionnement : en thermostat, en mode forcé ou en mode apprentissage. Ce dernier est basé sur l'apprentissage des habitudes de chauffage de la pièce (température de consigne, heures de chauffage…).

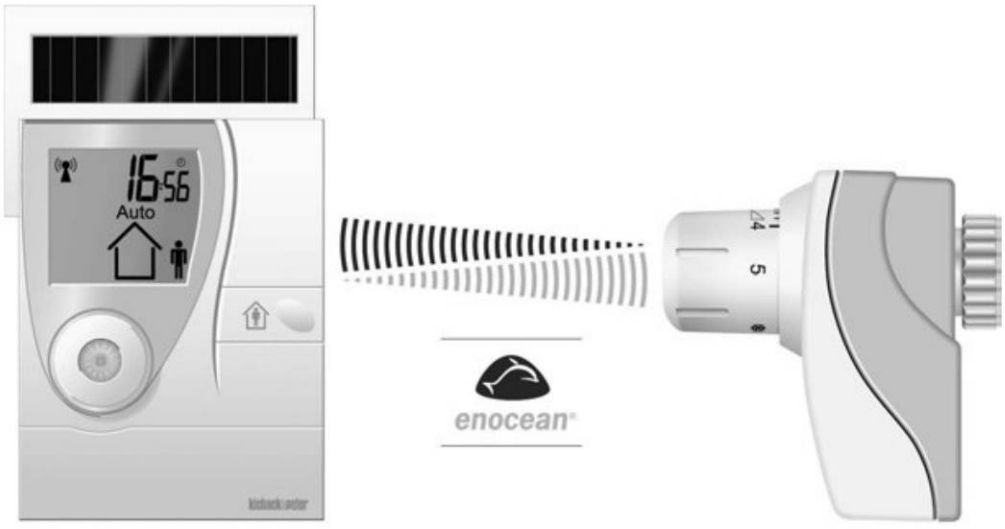


Figure 11.82 Thermostat et vanne thermostatique en:key
Source : Kieback&Peter

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.83 Vanne thermostatique en:key alimentée par effet Peltier et thermostat
Source : Kieback&Peter

D'autres applications où l'effet thermoélectrique sera utilisable peuvent être envisagées, comme mesurer le niveau d'un liquide (chaud ou froid par rapport à la température ambiante pour avoir un gradient de température utilisable) ou même tout capteur ou objet autonome porté à même la peau et alimenté par la différence de température entre le corps et l'air (ou le vêtement).

Energy harvesting : une porte vers l'innovation

La possibilité d'avoir des modules (boutons-poussoirs), capteurs ou actionneurs sans source d'énergie externe ouvre la voie vers une technologie économe et autonome. Les applications envisageables vont dépendre de la technologie de récupération d'énergie et du développement d'actionneurs à très basse consommation.

11.3.7 Solutions complètes EnOcean

Les solutions EnOcean peuvent se décliner sous deux formes : les systèmes avec modules propres EnOcean, parfois sous forme de kit et éventuellement un contrôleur, ou les solutions avec modules de différentes sociétés et une plateforme logicielle de programmation et de paramétrage. Quelle que soit l'approche, l'intégration de modules EnOcean d'autres fournisseurs est possible.

Copyright © 2014 Dunod.

Capteurs et centrale de gestion intégrée

La société française **Nanosense** propose un capteur de qualité de l'air (température, humidité, taux de CO_2 et de COV – Composés Organiques Volatiles – figure 11.84) modulaire et compatible avec d'autres protocoles (KNX, LONworks) ou d'autres bus (Ethernet, Modbus). Il peut aussi servir de passerelle EnOcean pour gérer un réseau de capteurs, actionneurs… Ce capteur nécessite cependant une alimentation externe.



Figure 11.84 Capteur de température, d'humidité, de CO_2 et de COV dans un réseau EnOcean
Source : NanoSense

Solution alphaEOS

La société allemande alphaEOS a développé autour d'une centrale *Smart Home System* (figure 11.85) une gamme de modules sans fil. Une App (iOS ou Android) permet la programmation et la commande directe depuis une tablette ou un smartphone par liaison Wi-Fi.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.85 alphaEOS Smart Home System
Source : alphaEOS

Les fonctions disponibles début 2014 permettent, à partir du contrôleur BASE (figure 11.86) relié à un routeur, la régulation de la température (capteur combiné température/luminosité/humidité avec cellule photovoltaïque SENSE – figure 11.87 – et vannes thermostatiques DRIVE – figure 11.88 – pour radiateur, avec piles, ou régulation pour plancher chauffant FLOOR) et la détection de fumée (figure 11.89). Ces modules sont configurables et réglables directement depuis un smartphone.



Figure 11.86 Contrôleur BASE fixé au mur
Source : alphaEOS

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.87
Capteur SENSE
Source : alphaEOS



Figure 11.88 Vanne thermostatique DRIVE
Source : alphaEOS



Figure 11.89 Détecteur de fumée GUARD Pro
Source : alphaEOS

Si l'approche alpahEOS utilise le protocole EnOcean, il n'était pas encore possible, à la mi-2014, d'intégrer des modules d'autres fournisseurs.

BootUp, le couteau suisse pour installations EnOcean

Le logiciel myHomeControl de la société suisse **BootUp GmbH** permet de piloter tout module EnOcean par l'intermédiaire d'une passerelle reliée au port USB de l'ordinateur (figure 11.90).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

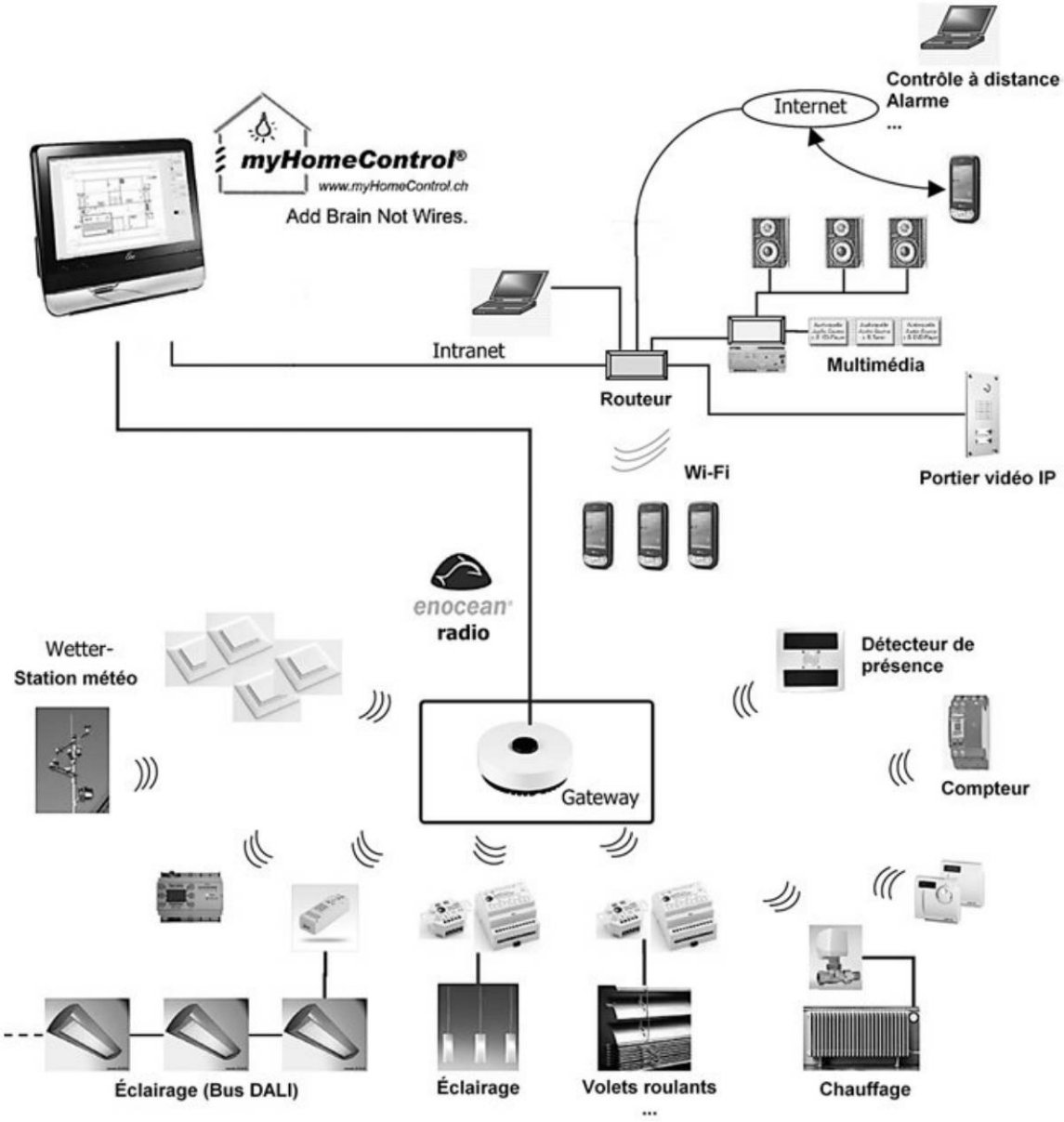


Figure 11.90 Principe du pilotage par le système myHomeControl
Source : BootUp

Le logiciel permet, pour chaque module EnOcean, une programmation directe ou par « scènes » qui regroupent plusieurs modules.

La figure 11.91 montre un exemple d'écran de programmation. Les différents modules disponibles et la configuration de l'habitat sont affichés dans les deux fenêtres de droite. En faisant glisser les modules (sous forme d'icônes) et les éléments à piloter ou contrôler et en établissant une liaison entre eux, il est possible de programmer des fonctions ou des scènes.

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

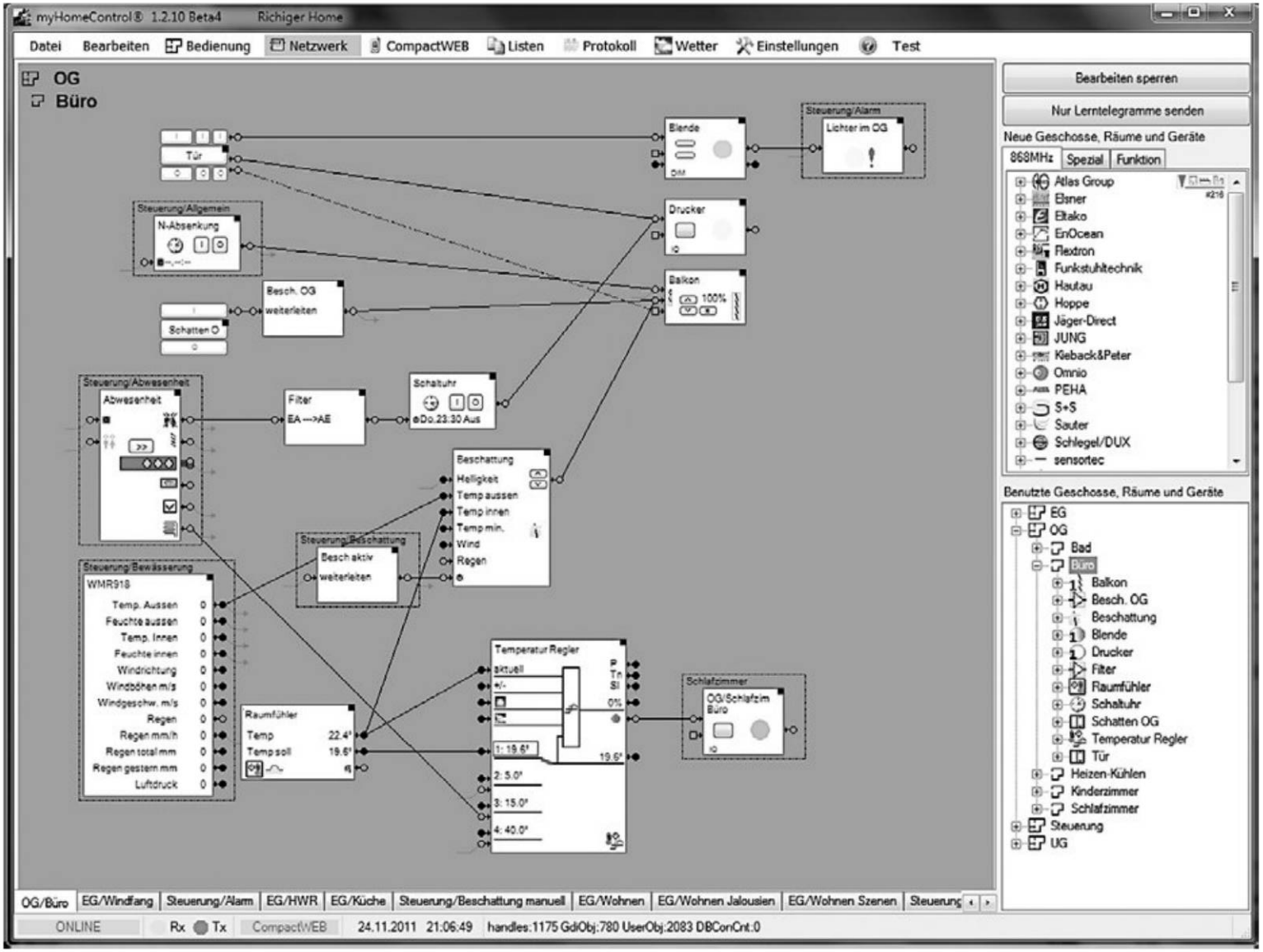


Figure 11.91 Exemple de programmation du système myHomeControl
Source : BootUp

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.92 Écran utilisateur de pilotage du système myHomeControl
Source : BootUp

Si les modules EnOcean sont installés, le logiciel permet de simuler les différentes « scènes » et de vérifier le bon fonctionnement de la programmation. L'écran figure 11.92 permet d'examiner une interface graphique pour utilisateur avec pour chaque pièce les éléments pilotables (éclairage, volets roulants…) ou contrôlables (température, humidité, état des fenêtres…). Des scènes préprogrammées sont aussi disponibles sous forme de boutons.

L'utilisateur peut piloter l'ensemble par un écran tactile (figure 11.93).

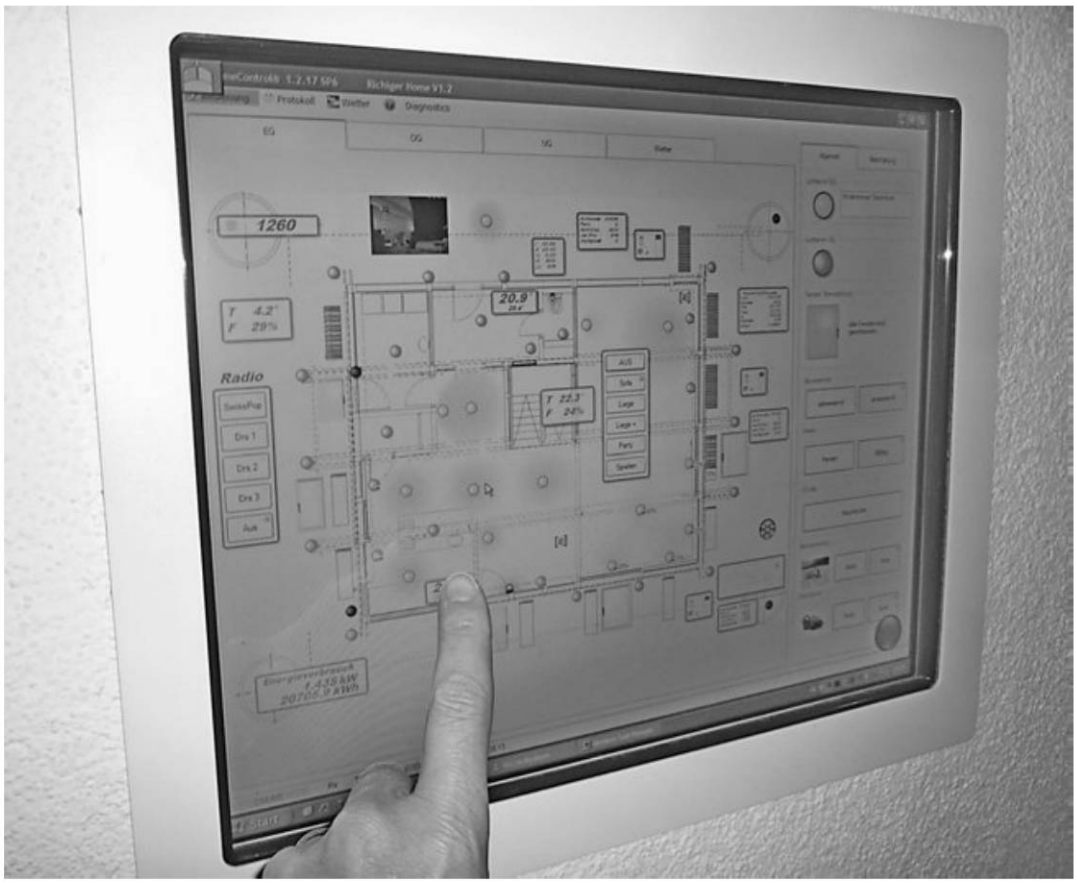


Figure 11.93 Écran tactile de pilotage du système myHomeControl
Source : BootUp

L'application compactWEB permet d'afficher sur un smartphone ou une tablette la structure des applications installées : le logiciel génère une page Web qui peut être consultée avec un navigateur Internet. L'exemple figure 11.94 montre respectivement les écrans des différents étages, des pièces d'un étage et des fonctions contrôlables ou pilotables pour une pièce (ici la chambre).

Le logiciel myHomeControl permet certes de piloter tout module EnOcean installé, mais aussi d'autres éléments par l'intermédiaire d'un routeur (liaison Wi-Fi) ou d'un relais IR, par exemple.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

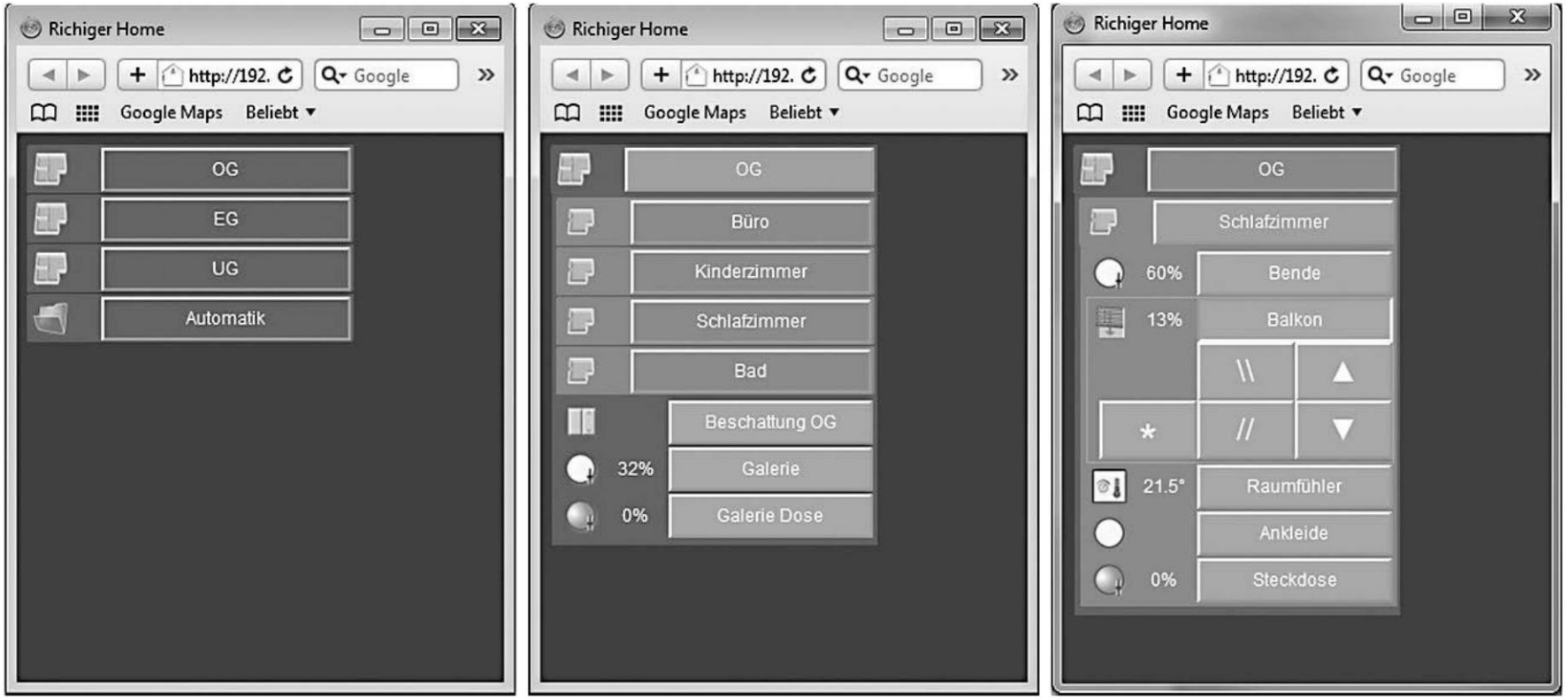


Figure 11.94 Accès Internet aux applications myHomeControl
Source : BootUp

Le fonctionnement du contrôle domestique nécessite un ordinateur relié en permanence à la passerelle, car tous les paramètres sont stockés sur le disque dur. Le choix d'un modèle à faible consommation s'impose. Il est possible d'accéder par Wi-Fi à l'interface myHomeControl par une tablette en utilisant un routeur et une App permettant le contrôle à distance de l'ordinateur (*remote computer*), qui n'aura pas besoin d'écran ni de clavier. La tablette affichera alors le même écran que l'ordinateur.

MYFOX

La société française TAG Technologies, avec la solution MYFOX (figure 11.95), propose un ensemble de modules propres et une centrale HC2 permettant le pilotage du système à partir d'un smartphone ou d'une tablette, compatible avec les modules propres ou avec tout composant EnOcean.

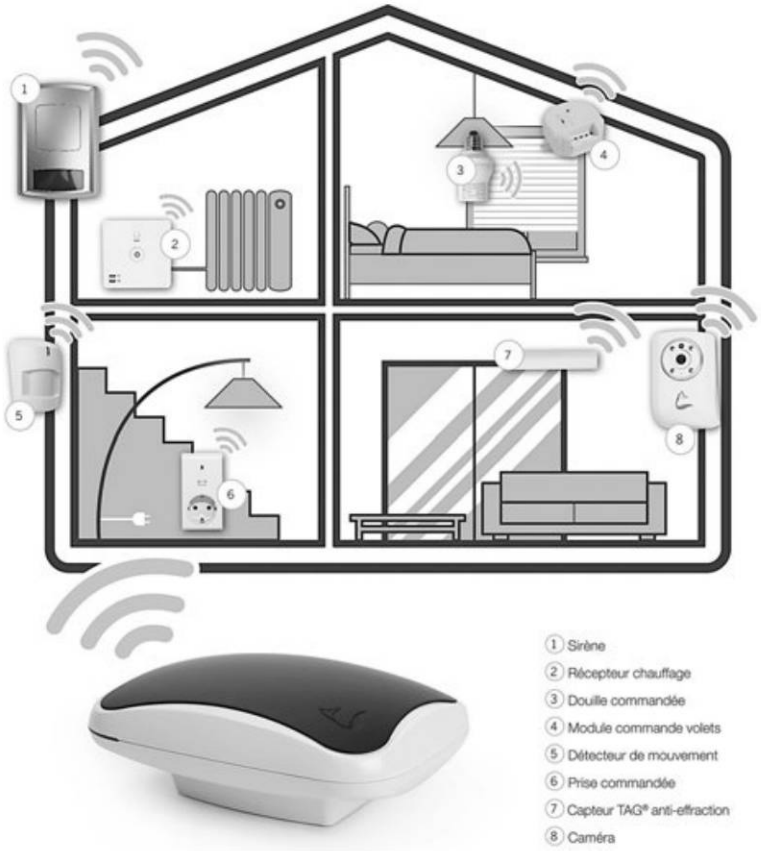


Figure 11.95 Solution MYFOX et centrale HC2
Source : MYFOX

La centrale HC2 (figure 11.96) permet de contrôler et de piloter de nombreuses fonctions par l'intermédiaire de modules disponibles séparément ou sous forme de packs (sécurité, confort, surveillance…) : capteur de chocs ou de vibrations, détecteur de mouvement, accès par badge, détecteur de fumée, de CO ou d'inondation, thermostat et vannes thermostatiques, capteur de température et de luminosité…

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 11.96
Centrale HC2 avec emplacement pour clés
Source : MYFOX

Cette centrale utilise une fréquence de 433 MHz avec un protocole propre MYFOX. Cependant, en utilisant la clé EnOcean insérée dans un des slots disponibles (il est aussi possible d'installer une clé GSM pour accès direct à Internet), il est possible de commander tout module EnOcean.

Une connexion Ethernet permet de la relier à un routeur pour un accès par Wi-Fi ou Internet.

Le paramétrage se fait par ordinateur et l'interaction de l'utilisateur par un ordinateur, une tablette (figure 11.97), un smartphone ou une télécommande.



Figure 11.97
Commande par tablette
Source : MYFOX

Copyright © 2014 Dunod.

Un smartphone permet d'accéder aux différentes fonctions (figure 11.98). Une télécommande (figure 11.99) contrôle les principales fonctions.

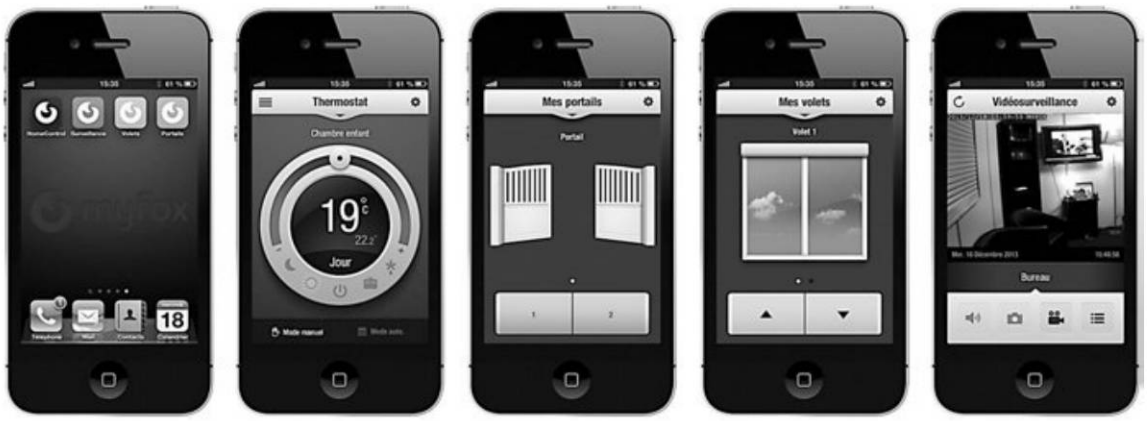


Figure 11.98 Commande de différentes fonctions par smartphone
Source : MYFOX



Figure 11.99
Télécommande radio
Source : MYFOX

Les fonctions couvertes sont la sécurité (détecteur de fumée ou de déplacement, caméra…), le confort (éclairage, chauffage) et tout équipement actionné par un module encastrable (stores, volets roulants…) soit par smartphone ou tablette, soit par boutons-poussoirs.

PEHA

La société allemande PEHA, une filiale de Honeywell, propose avec la solution Easyclick (figure 11.100) une série de modules compatibles EnOcean.

L'utilisation du logiciel MyHomeControl (figure 11.101) de la société BootUp permet la programmation de l'installation, la visualisation et le pilotage local ou distant depuis une interface tactile (par exemple écran, smartphone ou tablette).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

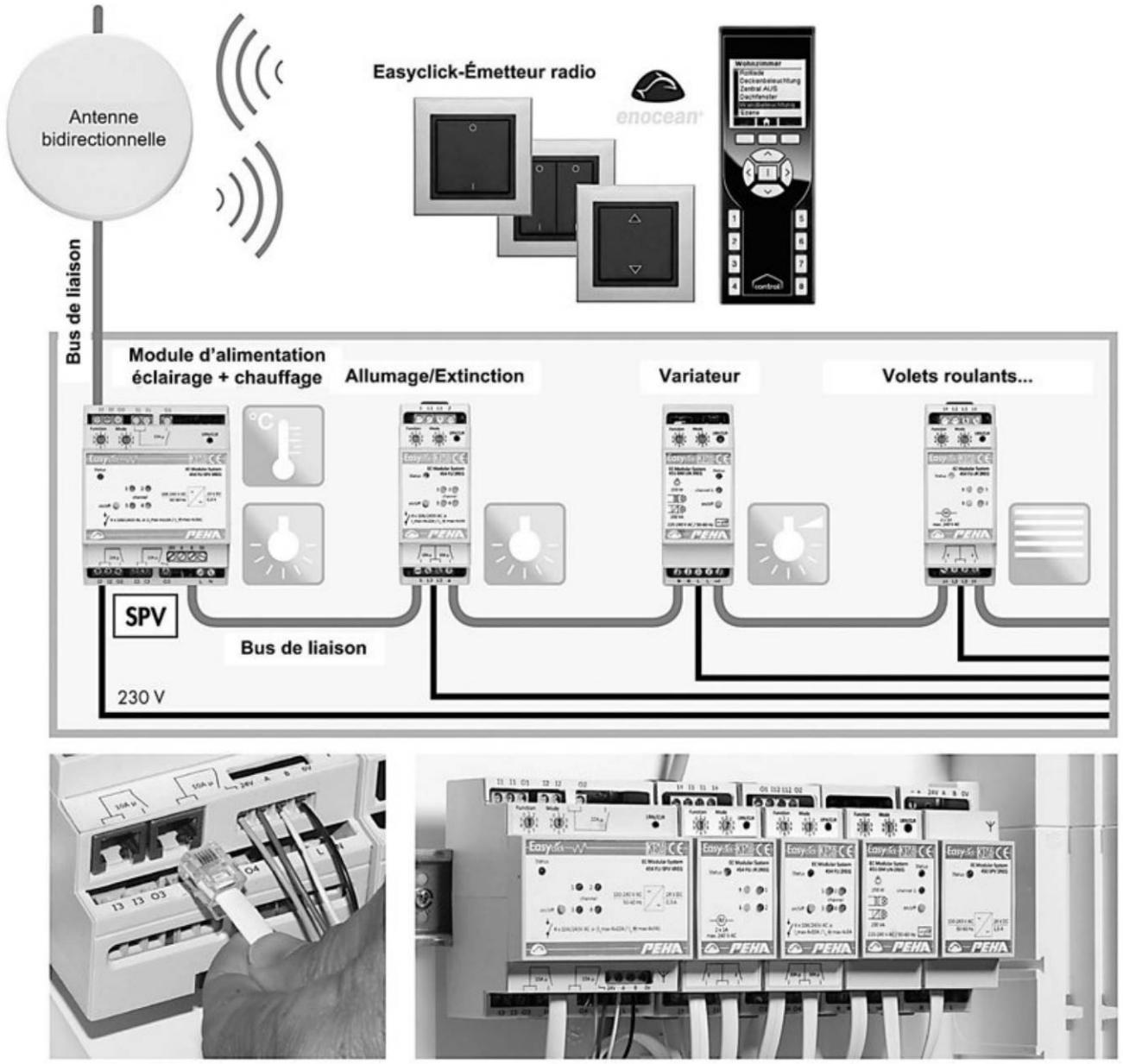


Figure 11.100 Solution Easyclick. Source : PEHA

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

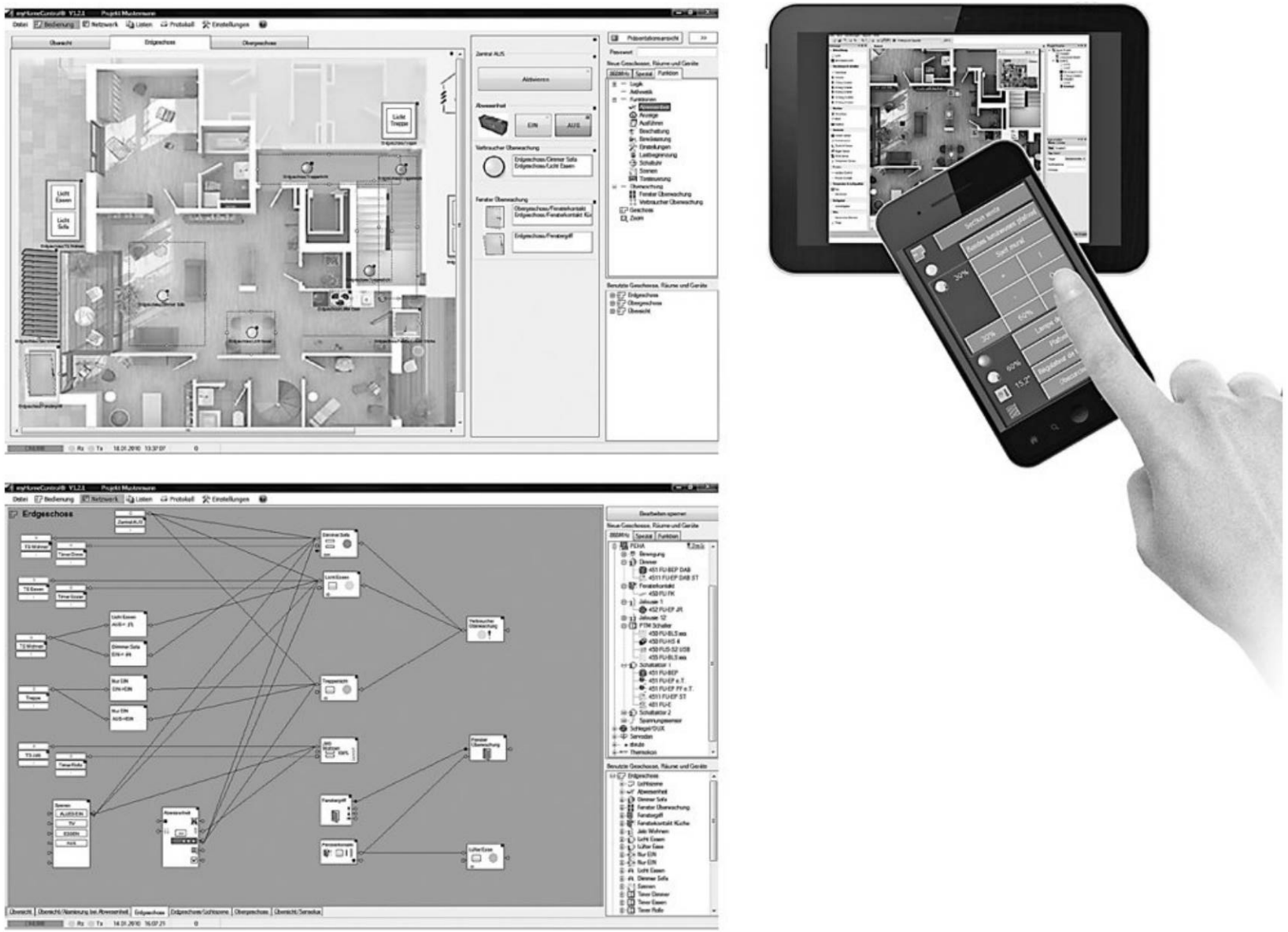


Figure 11.101 Programmation et visualisation par le logiciel myHomeControl. Source : PEHA

Une télécommande globale (figure 11.102) permet aussi de contrôler et commander tous les éléments installés (jusqu'à 512 modules) ou d'appeler différents scénarios programmés.

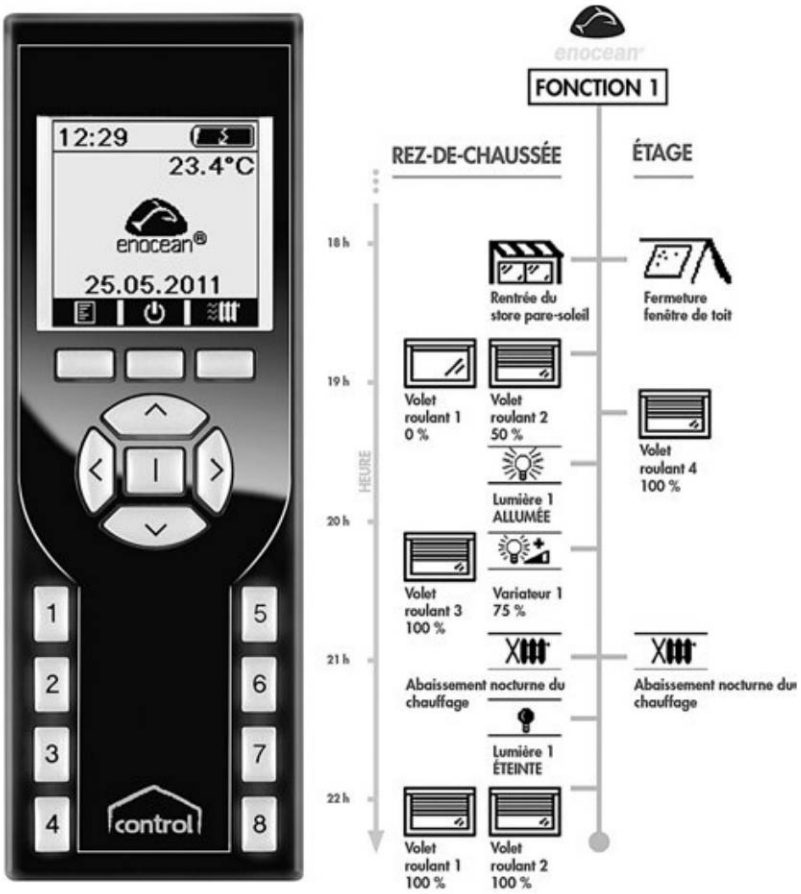


Figure 11.102 Télécommande multifonctions et exemple de scénario programmé
Source : PEHA

La société PEHA propose aussi différents modules (capteurs ou émetteurs, certains bidirectionnels) pour gérer ou pour piloter les fonctions de l'habitat.

Joonior

La société allemande Telefunken propose un kit (figure 11.103) basé sur des modules EnOcean avec une centrale de pilotage reliée par radio à différents modules : prise commandée, boutons-poussoirs, module encastrable pour l'éclairage, les volets roulants, détecteur de position de poignée de fenêtre ou de porte, détecteur de mouvement, capteur de température et d'humidité, vanne thermostatique pour radiateur…

La centrale dispose d'un module Wi-Fi permettant l'accès direct par smartphone ou tablette ou la liaison à un routeur (possible aussi par le port Ethernet) pour un accès à distance par Internet. En cas de coupure de courant, des piles assurent le fonctionnement.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 11.103 Centrale et modules Joonior
Source : Telefunken

La programmation de base (Joonior App) permet la création de scènes, mais elle est cependant limitée. Seule la version professionnelle du logiciel (Joonior Suite) permet une programmation spécifique selon les besoins des utilisateurs. Les paramètres de configuration et les données peuvent être sauvegardés sur une carte SD.

Le contrôle et les commandes se font par une App pour smartphone ou tablette (figure 11.104) ou un logiciel pour ordinateur.



Figure 11.104 Contrôle et pilotage par tablette
Source : Telefunken

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Un suivi des consommations d'électricité est assuré (figure 11.105). L'option PV Manager permet de gérer et suivre la production d'une installation photovoltaïque en utilisant en priorité l'électricité produite.



Figure 11.105 Suivi des consommations d'électricité
Source : Telefunken

Il faut cependant noter que, si la liaison radio utilise le protocole EnOcean, les modules sont pour la plupart alimentés par piles et d'autres ont une consommation en veille non négligeable (4 W pour l'unité centrale et 0,3 à 1 W pour les modules encastrables, par exemple). De plus, l'accès à distance passe par le serveur de Telefunken.

OPUS greenNet

La société allemande Jäger Direkt propose avec OPUS greenNet une solution avec de nombreux modules et un logiciel de programmation, de visualisation et de pilotage Vitoo installé sur un smartphone, une tablette ou un ordinateur. La commande peut aussi se faire à partir d'un écran tactile dédié.

Gruppo Giordano

La solution MilkyWay de la société italienne Gruppo Giordano propose aussi une gestion des énergies (chauffage, ventilation…), de l'éclairage, de la sécurité avec des modules propres ou compatibles EnOcean. Un contrôleur avec écran tactile permet le pilotage et la visualisation des différentes fonctions.

Copyright © 2014 Dunod.

Les solutions décrites (ainsi que d'autres équivalentes) permettent une installation facile avec un kit de base « prêt à l'utilisation » et offrent une flexibilité aussi bien pour la création facile de fonctions de pilotage et de visualisation que pour une extension des fonctions domestiques.

11.3.8 Plateforme de développement

EnOcean propose des kits de découverte (Starter Kit ESK 300 – figure 11.106), de programmation (Developer Kit EPK 350) ou de développement (Developer Kit EDK 300). Ils permettent soit de tester le concept, soit de développer des applications.



Figure 11.106 Kit de découverte ESK 300
Source : EnOcean

Les logiciels spécifiques disponibles permettent aussi bien de programmer de nouvelles applications basées sur les modules de base que de configurer ces modules.

11.3.9 Passerelles

Wi-Fi

Une passerelle Wi-Fi/EnOcean avec un logiciel ou une App associés permet le contrôle direct et la surveillance des modules EnOcean du *smart home* (à partir d'un ordinateur, d'une tablette ou d'un smartphone) dans l'habitat, depuis l'extérieur (dans la limite de portée du routeur Wi-Fi) ou à distance en passant par un routeur.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Vers d'autres standards

Le protocole EnOcean permet l'échange d'informations et de commandes avec d'autres standards comme KNX, LONworks, BACnet, Modbus, DALI… (figure 11.107). Ces systèmes hybrides permettent de profiter des avantages de la solution EnOcean (pas de piles ni batteries pour les boutons-poussoirs, les capteurs ou certains actionneurs, liaison radio) avec une installation déjà existante, par exemple, et utilisant un autre protocole.

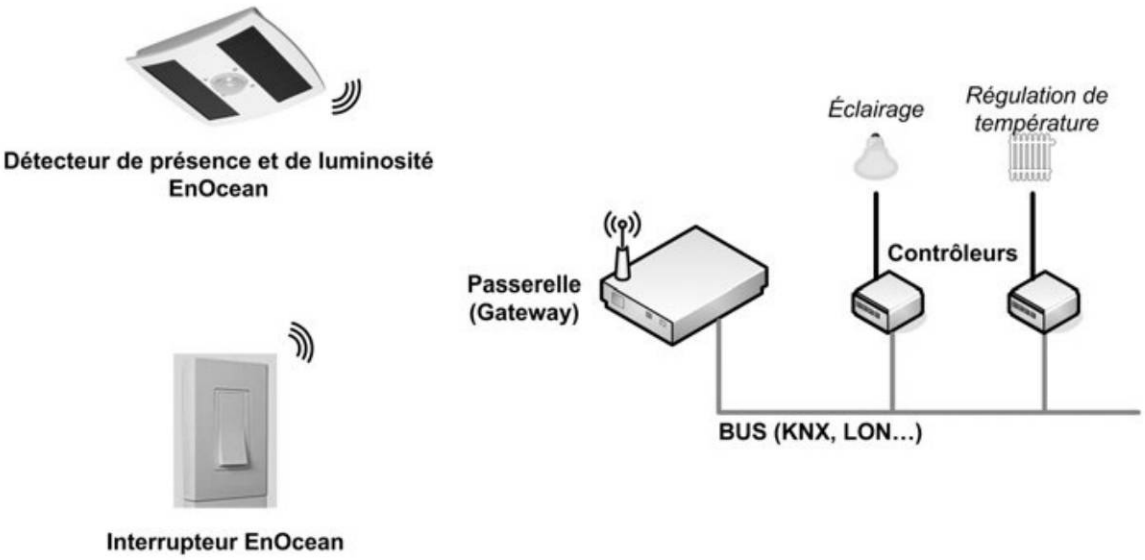


Figure 11.107 Exemple de passerelle (*gateway*) EnOcean

Cette combinaison est utilisée dans certains bâtiments (*smart building*) avec, par exemple, un réseau KNX couvrant l'ensemble et des modules et passerelles EnOcean pour chaque étage afin de gérer certaines fonctions.

Vers d'autres produits ou protocoles

Il existe aussi des passerelles spécifiques permettant de connecter, par exemple, des climatiseurs (Daikin, Panasonic, Mitsubishi…) au système EnOcean en utilisant les modules de la société espagnole Intesis.

D'autres permettent la communication entre des solutions EnOcean et d'autres protocoles propriétaires : la société égyptienne Circuit Holding a développé une passerelle matérielle et logicielle entre EnOcean et le protocole de la société AMX, un système de gestion domestique complet haut de gamme (voir, dans le chapitre 12, les systèmes avec protocole propriétaire ouvert).

Copyright © 2014 Dunod.

11.3.10 Installation, maintenance et mode de fonctionnement

Vérification de l'installation

Pour une installation complexe, il est nécessaire de s'assurer du bon positionnement des émetteurs, des récepteurs et éventuellement des répéteurs ainsi que de la qualité du signal. Des outils permettent de remplir ces fonctions. La société Probare propose la sonde P30 (figure 11.108) qui permet, entre autres, les fonctions décrites auparavant.



Figure 11.108
Équipement de test d'une installation EnOcean
Source : Probare

Mode de fonctionnement et défaillances possibles

En cas de défaillance constatée (pas de réponse à une action comme allumer une lampe), les possibilités de contrôles dépendent de l'équipement de test disponible. Un installateur utilisera, par exemple, un mesureur de champ EnOcean EPM 300 ou P30 de Probare. Pour l'utilisateur, une prise indépendante permet un premier diagnostic : en utilisant le mode apprentissage (LRN), il sera possible de détecter quel module est défectueux, car il ne répondra pas à la détection automatique (la diode clignotera toujours).

EnOcean : un système radio innovant sans piles

En éliminant toute pile ou batterie pour les capteurs et certains actionneurs, le système EnOcean permet une fiabilité de fonctionnement (pas de pile ou batterie à changer ou à charger) que n'offrent pas nécessairement les protocoles radio conventionnels (et constitue en même temps un geste environnemental).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Cette technologie a aussi permis de développer toute une famille de produits à très faible consommation. La connexion automatique entre les différents modules permet d'avoir une installation de base sans connaissances spéciales ni nécessité de programmation. Les différentes solutions intégrant un contrôleur et les passerelles vers d'autres protocoles permettent une intégration et une extension des fonctions. La solution EnOcean est aussi bien adaptée à l'habitat (neuf ou ancien) qu'à tout type de bâtiment.

11.4 Autres standards internationaux

Ces standards sont généralement utilisés pour des bâtiments (*smart building* du secteur tertiaire, industriel, public…) ou dédiés au contrôle d'un domaine particulier (éclairage, mesure…).

11.4.1 LonWorks

LON (*Local Operating Network*) ou LonWorks est un protocole standard (ANSI/CEA709.x et ANSI/CEA-852 ainsi que ISO/IEC 14908-1) conçu surtout pour des applications importantes. Il permet une communication entre différents composants (capteurs, actionneurs, contrôleur) de façon indépendante des fournisseurs de ces équipements. La société américaine Echelon a introduit cette technologie en 1991. L'organisation LonMark International veille au respect des normes pour tout système utilisant le protocole LonTalk.

Le principe de base est un **système décentralisé** : les informations nécessaires sont traitées localement en évitant le passage par une centrale de gestion. Les cœurs de cette technologie sont trois processeurs :

- le **média Access CPU**, qui contrôle la liaison physique au réseau ;
- le **network CPU**, qui code et décode les messages circulant dans le réseau ;
- l'**application CPU**, qui pilote les logiciels développés et constitue l'« intelligence » d'un nœud du réseau.

Ces processeurs appelés aussi « Neurons® » sont intégrés dans les capteurs et actionneurs. Les modules ou nœuds communiquent entre eux, sans unité centrale de gestion. Ces nœuds peuvent être reliés entre eux par câble, radio, fibre optique, CPL…

Le protocole de communication (LonTalk) contient toutes les informations et commandes devant transiter par le réseau. Ce sont des paramètres standardisés permettant aux éléments de tout fournisseur de communiquer entre eux.

Copyright © 2014 Dunod.

Le protocole LonWorks est adapté à une utilisation pour des applications complexes et/ou critiques où un nombre important de modules est requis, une flexibilité de l'installation exigée ainsi qu'une extension facile.

11.4.2 BACnet

BACnet (*Building Automation and Control Networks*) est un protocole issu de l'American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers et de l'ANSI (American National Standards Institute), devenu un standard ISO 16484-5 en 2003.

Au niveau mondial de l'association BACnet.org, le BACnet Committee gère le standard et propose des mises à jour ou des compléments pour étendre les fonctionnalités. L'association BIG-EU (BACnet Interest Group Europe), créée en 1998, comptait plus de 100 membres en 2013. L'association nationale BACnet France a vu le jour en 2008 et regroupe des sociétés françaises et étrangères proposant des solutions (équipements ou services) basées sur ce protocole ou l'utilisant.

Le protocole BACnet n'est pas uniquement adapté à des installations importantes ou complexes : des solutions pour contrôler une pièce (bureau, magasin) existent. Des outils simples permettent de programmer la climatisation ou le chauffage, l'éclairage et les volets roulants. Cependant, les applications utilisant BACnet sont plus importantes. On peut citer :

- en France, la clinique Pasteur de Toulouse, premier bâtiment utilisant en France ce protocole en 2001 ;
- l'aéroport turc de Milas-Bodrum, ceux de Hanovre et Francfort en Allemagne ;
- les serres du Zoo de Leipzig avec 24 000 plantes et 300 animaux dont l'atmosphère est régulée par 15 stations ;
- la Faculté des Sciences de l'Université d'Amsterdam en 2008 avec 600 modules.

11.4.3 Protocoles spécifiques

DALI, un protocole pour l'éclairage

DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) est un standard (inclus dans la norme européenne IEC 60929) couvrant le contrôle de l'éclairage (gestion des sources par ballast). Un seul contrôleur (figure 11.109) permet de gérer tout l'éclairage d'une pièce (bureau, salle de réunion, atelier) avec une topologie libre. Chaque contrôleur permet de piloter jusqu'à 64 ballasts pouvant former jusqu'à 16 groupes (16 scènes par groupe).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

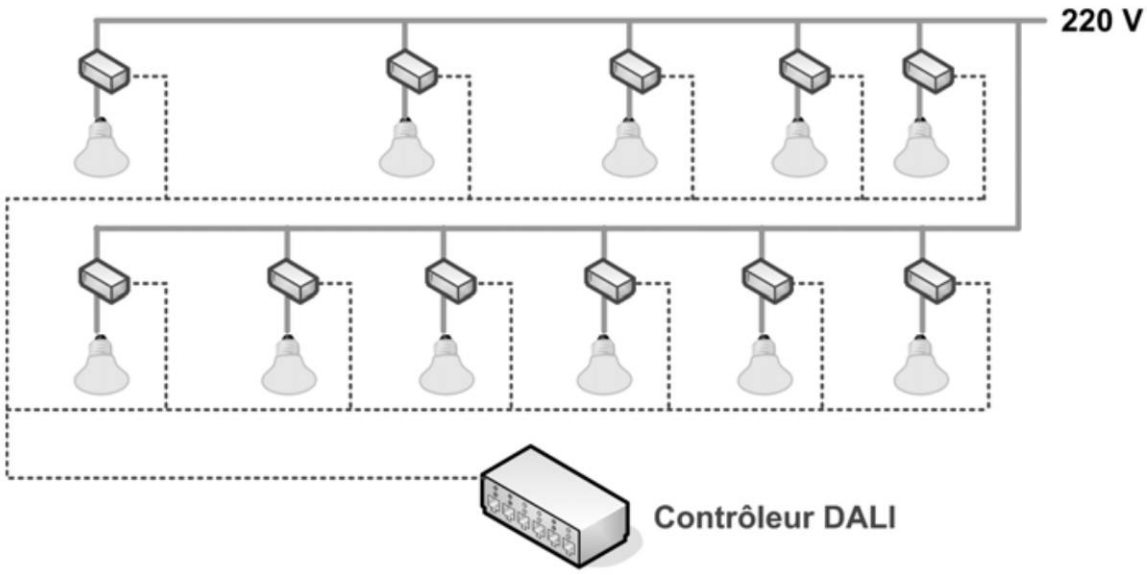


Figure 11.109 Contrôle d'éclairage par protocole DALI

Les signaux sont transmis par câble (un câble 5 conducteurs est adapté). La liaison est bidirectionnelle : ceci permet de contrôler si une source fonctionne. La transmission se fait sous 16 bits avec un débit de 1,2 kB/s.

Intégré à un protocole de gestion globale, le protocole DALI peut réagir selon l'occupation des pièces (intégration d'un capteur de mouvement) ou le niveau d'éclairement (lumière naturelle mesurée par un capteur de luminosité).

Modbus

Modbus, à l'origine appelé « Modicon Bus », du nom de la société Modicon (filiale américaine de Merlin Gerin / Schneider Electric), a été le premier bus normalisé en 1979. Il permet à des équipements (industriels à l'origine) d'échanger des données. Il utilise la norme RS232 ou RS485 avec transmission par deux ou quatre fils ou le standard Internet TCP. La structure est basée sur le couple maître/esclave : le maître envoie une requête et reçoit une réponse contenant les informations requises ou que l'action demandée a été exécutée.

Un variateur de vitesse contrôlant un moteur électrique équipé d'une interface Modbus pourra transmettre des informateurs sur les paramètres de fonctionnement (température du moteur, position du rotor…) et recevoir des données de pilotage (vitesse de rotation, rampe d'accélération…). Une installation électrique sera contrôlée en permanence en envoyant la puissance consommée, le voltage…

L'association Modbus-IDA veille à l'évolution du protocole.

Copyright © 2014 Dunod.

M-Bus

L'association Open Metering System (OMS) a défini en 2007 un standard pour la mesure et l'intégration de tous les « fluides » (électricité, chaleur, gaz, eau) dans un même système. La norme EN 13757-3 couvre l'aspect relevé et télérelevé soit par un système filaire, soit par radio (fréquence de 868 MHz). Elle définit la communication entre les compteurs et le premier niveau de collecte par un concentrateur de données. La communication sur de plus longues distances se fait par le standard Internet. La visualisation des données sur site (habitat, bâtiment tertiaire…) et leur traitement éventuel par le système de gestion global peuvent se faire directement par le protocole KNX car cette norme est compatible avec ce protocole, les deux utilisant la norme EN 13757-4 pour la communication sans fil.

En Europe, fin 2013, plus de 300 000 logements étaient équipés de compteurs utilisant ce protocole et intégrés au système de gestion KNX par des passerelles (*gateways*).

DMX

DMX (Digital MultipleX) est un protocole standard introduit en 1986 utilisant un réseau filaire à la norme RS485 (avec une connectique XLR à cinq broches) et dédié, à l'origine, à la gestion de l'éclairage de spectacles (théâtre, concerts…) et des accessoires annexes comme générateurs de fumée ou projecteurs. Son utilisation s'est cependant étendue à d'autres fonctions permettant son utilisation pour diverses applications dont le *smart home* ou le *smart building*.

La version actuelle DMX512 permet de contrôler jusqu'à 512 canaux par segment. Chaque niveau de contrôle accepte 256 pas (de 0 à 100 %). Les équipements à contrôler sont reliés à un décodeur qui reçoit les commandes. Des interfaces permettent d'intégrer d'autres éléments comme des capteurs de luminosité ou de présence. Des passerelles permettent l'intégration à d'autres systèmes par liaison Wi-Fi ou USB, par exemple. Les commandes sont émises à partir d'une console, d'un ordinateur, d'une tablette, d'un smartphone ou de claviers muraux.

11.4.4 Et les géants de l'informatique ?

Étrangement, aucun des développeurs des systèmes d'exploitation (Windows, iOS ou Android) ne s'est vraiment intéressé au *smart home*.

Microsoft, avec un habitat visionnaire dès 1999 puis son protocole HomeOS et une approche basée sur une structure proche d'un système d'exploitation informatique, a mené plusieurs expérimentations en intégrant des modules Z-Wave. Ces développements n'ont, semble-t-il, pas eu de suite commerciale car, en 2013, ils étaient toujours présentés comme des prototypes.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le projet Android@Home lancé par Google en 2011 utilise un protocole ouvert basé sur la norme IEEE 812.15.4. Les développements s'orientaient vers l'utilisation de la reconnaissance vocale pour les commandes. Comme pour Microsoft, il n'y a pas eu d'autres informations publiées sur l'avenir de ce protocole. Cependant, fin 2013, Google rachetait la société Nest, qui a développé un thermostat et un détecteur de fumée et de CO connectés.

11.4.5 Logiciels *open source*

Les développeurs utilisant une approche ***open source*** ne sont pas restés inactifs face à l'intérêt d'avoir un système « universel » et ouvert.

iKNX est une application logicielle pour iPhone pouvant contrôler directement les modules KNX d'un réseau. Un routeur permet à l'iPhone de détecter les modules actifs et les groupes puis de créer une base de données. Tout module détecté peut être configuré et piloté ou contrôlé à partir de l'iPhone.

La solution logicielle **OpenRemote** a été développée dans une approche multi-protocoles avec accès aux différents réseaux par IP. Le module contrôleur (ORB) est le cerveau du système, et le module Designer est destiné à créer une interface utilisateur selon le système d'exploitation, que ce soit un ordinateur, un smartphone ou une tablette (iOS, Android). La communauté de développeurs est très active et intègre de nombreux protocoles, qu'ils soient standards ou propriétaires. Des expérimentations sont aussi menées par des collectivités (la ville d'Eindhoven aux Pays-Bas) ou des sociétés utilisant OpenRemote pour la création d'interfaces utilisateur.

Le logiciel **openHAB** permet une intégration aux modules et équipements de nombreux protocoles comme KNX, EnOcean ou une connexion par Bluetooth ou RS232, par exemple. Des interfaces peuvent être développées pour smartphone, tablette ou ordinateur. Une communauté de contributeurs, surtout basés en Europe, assure l'évolution du programme.

Copyright © 2014 Dunod.

12 Protocoles propriétaires

Ces systèmes sont développés par une seule société et sont basés sur un protocole spécifique ou une modification d'un protocole standard ; ils n'acceptent parfois que les composants fournis par celle-ci.

Les protocoles décrits dans ce chapitre ne sont pas les seuls sur le marché, de nombreuses autres sociétés proposent des solutions propres et ouvertes vers d'autres protocoles.

Certains protocoles ont réussi à s'implanter comme « standard » en proposant des modules couvrant pratiquement toutes les applications d'un *smart home* et permettant de communiquer avec d'autres protocoles standards ou propriétaires (figure 12.1).

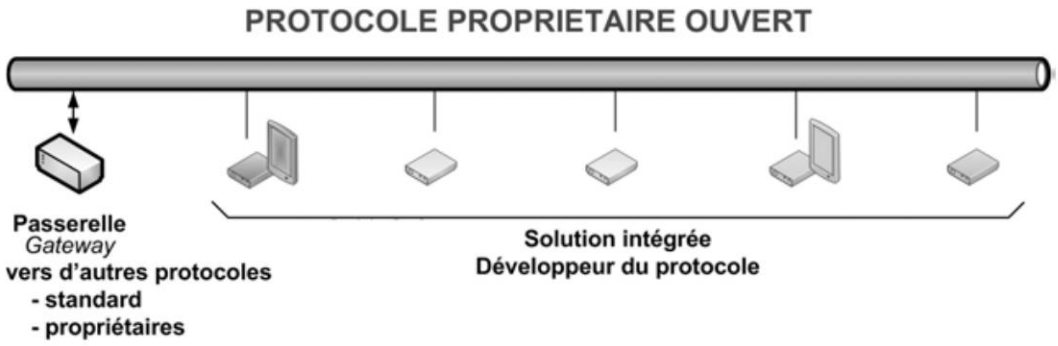


Figure 12.1 Protocole propriétaire ouvert

12.1 Z-Wave

Z-Wave est un système développé par la société danoise Zen-Sys fin des années 1990. La base en est un microcontrôleur et un émetteur-récepteur radio. Le premier marché a été les États-Unis dès 2005, puis l'Europe en 2008, année où le fabricant de circuits intégrés Sigma Designs a racheté Zen-Sys et a accordé licence au Japonais Mitsumi Electric Co., Ltd en 2011 pour produire aussi les circuits de base.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Un protocole presque standard

Si le protocole Z-Wave ne peut être défini comme standard, une partie a été reconnue par l'ITU (International Telecommunication Union) comme standard G.9959.

Z-Wave a réussi à créer un environnement où de nombreuses sociétés développent des modules utilisant ce protocole.

12.1.1 Protocole Z-Wave

Le protocole Z-Wave utilise la bande européenne ISM (*Industrial Scientific Medical*) à une fréquence de 868,42 MHz (908,4 MHz aux États-Unis, 951 à 956 MHz au Japon) avec un débit de 40 kbits/s. La puissance maximale des signaux émis est de 10 mW pendant une courte durée. En 2009, la bande de 2,4 GHz a été ajoutée (famille Z400).

Z-Wave distingue deux types d'identifications :

- *home ID*, pour les contrôleurs, sur 4 octets (bytes) ;
- *node ID*, pour les nœuds, sur 1 octet (byte), soit 256 possibilités.

Deux types de modules sont reconnus :

- des contrôleurs avec leur adresse *home ID* au départ usine. Un contrôleur peut être une télécommande, un logiciel avec ordinateur équipé d'une interface, une passerelle (*gateway*)… ;
- des modules terminaux (*slaves*) intégrés aux applications assurant diverses fonctions. Certains peuvent aussi fonctionner comme routeurs et retransmettre un message à certains modules sélectionnés par le contrôleur.

Le contrôleur initial (ou primaire) transfère son adresse *home ID* aux modules constituant le réseau. Même s'il y a plusieurs contrôleurs, l'un d'eux est toujours considéré comme le principal. Un contrôleur assigne une adresse individuelle (*node ID*) aux modules (nœuds) de son réseau (processus d'inclusion – figure 12.2). Inversement, un module peut être retiré d'un réseau (exclusion).

Dans la pratique, pour l'inclusion (addition d'un module au réseau) ou l'exclusion forcée (retrait d'un module), les modules possèdent un ou plusieurs boutons dédiés à ces opérations. Une diode indique le statut (programmation faite ou non).

Les commandes émises sont groupées en classes (*command classes*). Celles de base comportent deux commandes et une réponse :

- SET : envoie une valeur entre 0 et 255 (0x00 … 0xff) ;

Copyright © 2014 Dunod.

- GET : demande au module de renvoyer une valeur pour vérifier la bonne réception, par exemple ;
- REPORT : réponse à la commande GET avec une valeur comprise entre 0 et 255 (0x00 … 0xff).

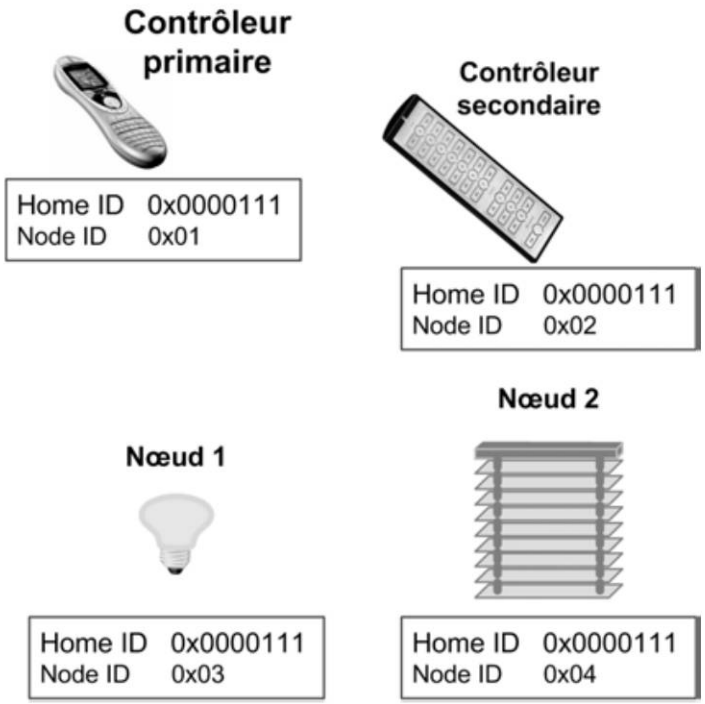


Figure 12.2
Attribution d'adresses dans un réseau Z-Wave

Les classes génériques définissent les fonctions de base :

- contrôleur principal (GENERIC_CONTROLLER) ;
- contrôleur statique (STATIC_CONTROLLER) ;
- interrupteur binaire (BINARY_SWITCH) ;
- capteur binaire (BINARY_SENSOR) ;
- capteur à valeur variable (MULTILEVEL_SENSOR) ;
- thermostat (THERMOSTAT) ;
- …

Un constructeur doit respecter l'attribution des classes afin que son équipement puisse fonctionner avec tout réseau Z-Wave.

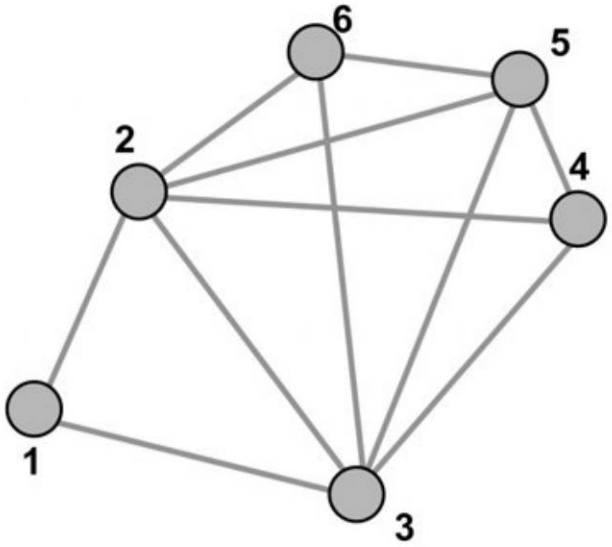
En 2013, Sigma Designs a présenté la génération 500 avec, entre autres, une portée améliorée, une consommation plus faible et une interface infrarouge.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

12.1.2 Un réseau maillé

Si, dans un réseau Z-Wave, une commande ne peut atteindre directement le récepteur correspondant, elle est relayée par les autres composants (jusqu'à quatre niveaux de relais sont possibles). Il est aussi possible d'indiquer un chemin à suivre au contrôleur.

Chaque nœud détermine ceux qui sont à portée de transmission et informe le contrôleur des nœuds voisins. Le contrôleur peut alors construire une table (figure 12.3) qui possède tous les chemins possibles pour un signal et assure ainsi une communication optimale (il est possible de modifier la table par logiciel). Le chiffre 1 dans une cellule indique deux nœuds voisins.



	Vers 1	Vers 2	Vers 3	Vers 4	Vers 5	Vers 6
Nœud 1	X	1	1	0	0	0
Nœud 2	1	X	1	1	1	1
Nœud 3	1	1	X	1	1	1
Nœud 4	0	1	1	X	1	0
Nœud 5	0	1	1	1	X	1
Nœud 6	0	1	1	0	1	X

Figure 12.3 Réseau maillé et table Z-Wave
Source : Données Z-Wave

Dans cet exemple, une commande transmise par le nœud 1 passera par les nœuds 2 ou 3 pour atteindre le nœud 4.

Chaque réseau peut comporter jusqu'à 232 composants, ce qui couvre les besoins de l'habitat. Plusieurs réseaux peuvent coexister si ce nombre est dépassé.

Le réseau se compose de trois sous-couches :

- *Media Access Layer* (MAC) contrôle l'utilisation de la transmission radio ;
- *Transport Layer* assure qu'un message est transmis sans erreur entre deux nœuds ;
- *Routing Layer* gère la transmission du signal jusqu'au nœud destinataire en passant éventuellement par d'autres nœuds relais.

Copyright © 2014 Dunod.

12.1.3 Création de groupes et scènes

Association directe

Un module peut agir sur un autre module sans passer par un contrôleur (un détecteur de position et une lampe, par exemple). Le module émetteur doit être du type terminal routeur et connaître l'identification du récepteur (*node ID*). Pour cela, il doit être activé en mode association (par un poussoir ou par logiciel). Le message peut aussi passer par un module relais si la portée de l'émetteur est insuffisante.

Groupes

Plusieurs modules peuvent recevoir le même message, ces modules étant considérés par le contrôleur comme un seul module.

Scènes

Plusieurs messages différents sont envoyés à plusieurs modules. Cela peut être la commande de l'éclairage, la fermeture (totale ou partielle) des volets roulants et l'allumage du téléviseur.

12.1.4 Programmation

Les modules Z-Wave peuvent certes fonctionner de façon autonome (chacun ne remplit que sa fonction, mais ils peuvent aussi faire partie d'un scénario avec plusieurs modes). Généralement, la programmation (ou la modification d'un programme) se fait par logiciel avec un ordinateur, mais le fonctionnement est ensuite autonome.

12.1.5 Gestion de la consommation pour les modules alimentés par piles

Les modules utilisant une pile peuvent avoir deux niveaux de fonctionnement : en mode éveil et communiquant avec les autres ou en mode sommeil et non communicant (ils sont alors non existants pour le réseau). Pour réduire la consommation (tableau 12.1), lorsque le module passe du mode sommeil en mode éveil, il le signale au contrôleur qui envoie alors la commande qui a été auparavant mise en mémoire.

Tableau 12.1 Consommation électrique de base du circuit ZigBee

Génération du circuit	Hibernation (mA)	Transmission (mA)	Écoute (mA)
100	31	25	21
200 (depuis 2005)	2,5	36	21
300 (depuis 2007)	2,5	36	21
400 (depuis 2009)	1	23	21

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La gestion optimale est obtenue en programmant un sommeil du module dès la fin de la transmission de la commande. Celle envoyée lors du mode sommeil est stockée dans un tampon et transmise lors de l'éveil du module. Une fois la commande exécutée, le module peut se remettre en mode sommeil (figure 12.4). Une pile pourrait alors durer jusqu'à deux ans environ si elle n'assure que la fonction réception/transmission.

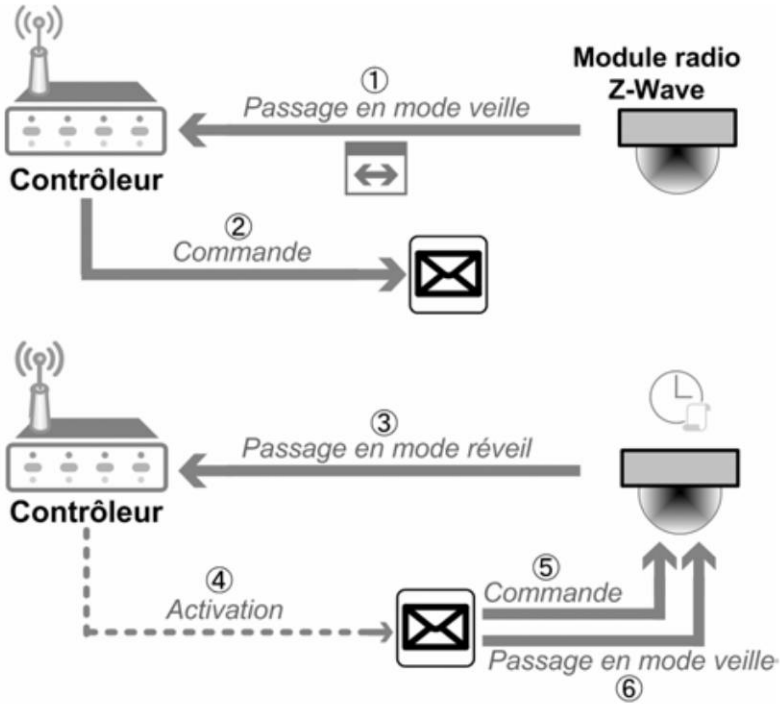


Figure 12.4 Communication avec un module Z-Wave alimenté par piles

12.1.6 Composants Z-Wave

En 2013, plus de 800 produits certifiés compatibles avec le protocole, produits par 200 sociétés, couvraient la plupart des fonctionnalités domestiques :

- boutons-poussoirs (allumage/extinction, variateurs) ;
- prises externes ;
- détecteur de mouvement ;
- détecteur de position de fenêtre ;
- capteurs (température, humidité, CO, CO_2…) ;
- vanne thermostatique ;
- commande de fenêtres de toit ou de volets roulants ;
- afficheurs ;
- …

Copyright © 2014 Dunod.

De très nombreux fournisseurs intègrent ces modules soit seuls, soit en association avec un contrôleur géré par un logiciel :

- Aeon Labs (États-Unis) ou Philio (Taiwan) pour toute une famille de modules couvrant diverses fonctionnalités ;
- Fakro (Pologne) pour la commande électrique des fenêtres de toit, de volets roulants, de stores vénitiens ;
- Düwi (Allemagne), Leviton (États-Unis) proposent une télécommande contrôleur et différents modules ;
- Eminent (Pays-Bas) avec son contrôleur e-Domotica avec accès au serveur d'Eminent ;
- Yale (États-Unis) ou Poly-Control (Danemark) avec des serrures (Poly-Lock) et le contrôleur Poly-Pad ;
- Interlogix (Canada) ou Honeywell (États-Unis) avec un écran tactile ;
- Danfoss (Danemark) avec une vanne thermostatique pour radiateur ;
- Duco (Belgique) avec une centrale de contrôle de la qualité de l'air (humidité, CO_2) et le système de ventilation associé ;
- …

Passerelles

Une passerelle IP ou Wi-Fi permet par l'utilisation d'une interface conviviale soit la programmation du réseau (groupes, scènes), soit la visualisation du fonctionnement du réseau. D'autres passerelles permettent de connecter des applications développées pour un autre protocole.

12.1.7 Solutions complètes Z-Wave

Comme pour tout protocole, seuls quelques exemples sont donnés ci-dessous. Ces solutions sont basées sur un contrôleur conforme au protocole Z-Wave auquel sont associés des modules permettant le pilotage des fonctions domestiques.

En France la société **Connected Object** propose la solution eedomus. L'accès à distance par Internet (par un routeur) se fait par le serveur de Connected Object et un abonnement. **Vera Control Ltd**, basée à Hongkong, a aussi au programme un contrôleur relié à un routeur pour un accès par Wi-Fi ou Internet.

Fibaro

En Pologne, la société **Fibar Group**, avec son offre Fibaro, utilisant le contrôleur Home Center 2 (figure 12.5) et différents modules (éclairage, relais, position de porte ou fenêtre, prise commandée…), permet une première installation avec les fonctions

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

de base de l'habitat (figure 12.6) et son extension. Le contrôle se fait par smartphone ou tablette.



Figure 12.5 Contrôleur Home Center 2
Source : Fibar Group



Figure 12.6 Solution Fibaro
Source : Fibar Group

Copyright © 2014 Dunod.

De nombreux modules de commande (figure 12.7) ou capteurs (figures 12.8 et 12.9) sont disponibles.



Figure 12.7 Modules de commande à encastrer
Source : Fibar Group



Figure 12.8
Capteur de position de porte ou de fenêtre
Source : Fibar Group

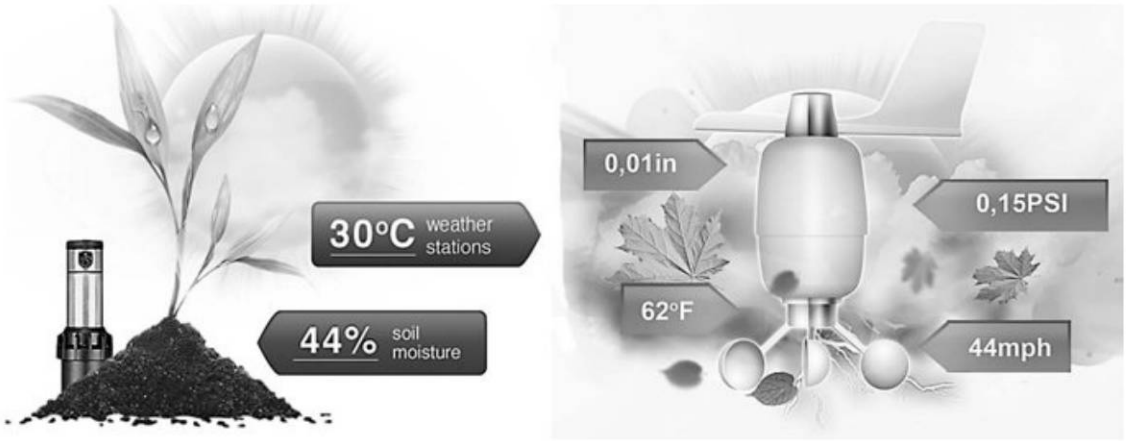


Figure 12.9 Détecteur de température et d'humidité du sol et station météo
Source : Fibar Group

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

L'éclairage peut être contrôlé en termes de luminosité mais aussi de couleur (figure 12.10).



Figure 12.10 Pilotage de l'éclairage et de la température de couleur
Source : Fibar Group

Une application originale est l'aide lumineuse et colorée pour le parking dans un garage (figure 12.11) : des capteurs de proximité sont reliés au contrôleur qui pilote la couleur de l'éclairage en fonction de la distance à ces capteurs.



Figure 12.11 Aide au parking dans un garage
Source : Fibar Group

La solution Fibaro montre la viabilité du protocole Z-Wave ainsi que les nombreuses fonctions domestiques pouvant être pilotées ou contrôlées.

Copyright © 2014 Dunod.

La société allemande **EUROiSTYLE** a développé l'ensemble tapHome basé sur un contrôleur EASYgate (figure 12.12) relié à un routeur et des modules (prises à brancher en mode ON/OFF ou avec variateur, par exemple).



Figure 12.12
Contrôleur EASYgate
Source : tapHome

L'interface intuitive, programmable à partir d'une tablette iOS ou Android, permet de gérer les modules en créant un écran de visualisation avec le plan de l'habitat et en disposant les différents modules (figure 12.13).



Figure 12.13 Interface EASYgate
Source : tapHome

Les modules du système Fibaro sont compatibles avec le contrôleur EASYgate.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

12.1.8 Z-Wave Alliance

L'association Z-Wave Alliance a été créée en 2005 et compte plus de 160 membres fin 2013. Elle assure l'amélioration du standard et la compatibilité des différents équipements par un programme de certification.

Z-Wave, un système simple et complet

Le système Z-Wave propose le contrôle de toutes les fonctions de l'habitat. Son installation et son utilisation sont simples. Le contrôleur d'un réseau pourra être modulé selon le degré de pilotage et de visualisation désiré. Une télécommande avec écran intégré peut déjà permettre un déploiement d'une installation domestique. La diversité des modules et des fournisseurs permet de couvrir toutes les fonctions domestiques et de prévoir une évolution avec une compatibilité des modules garantie.

12.2 Insteon, CPL et radio

Ce système plutôt répandu aux États-Unis et développé par la société SmartLabs utilise les courants porteurs (CPL à 131,65 kHz) comme base, complétés cependant par des modules utilisant une transmission radio (868 MHz en Europe, 915 MHz aux États-Unis et 921 MHz en Australie et Nouvelle-Zélande) : c'est l'approche *dual mesh* (figure 12.14).

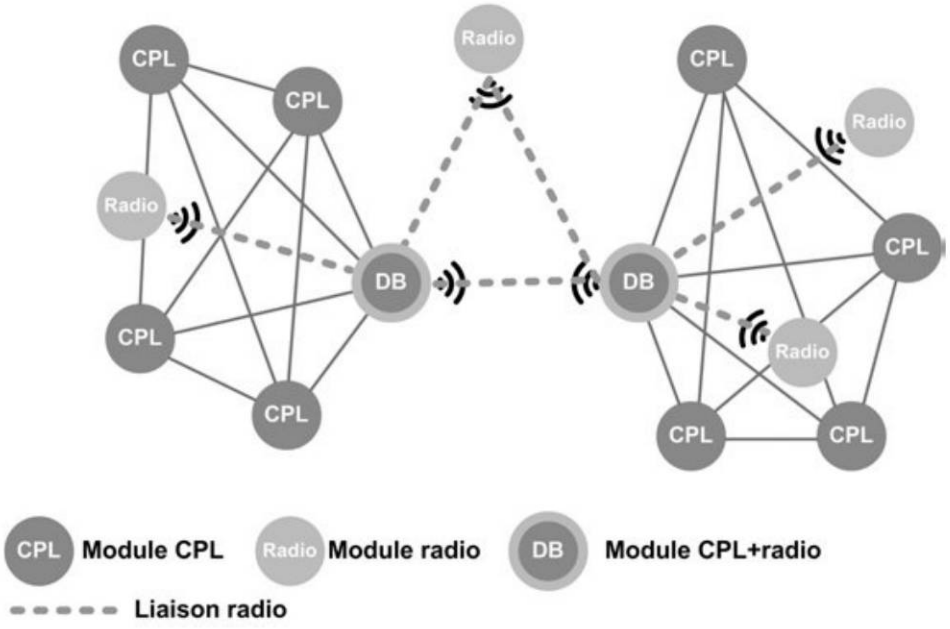


Figure 12.14 Réseau Insteon *dual mesh*

Copyright © 2014 Dunod.

Les premiers produits en 1997 utilisaient le protocole X10 avec des performances améliorées. Cependant, face aux limitations de X10, un nouveau protocole a été développé en 2000 pour une disponibilité commerciale en 2005. La distribution en Europe a débuté en 2013.

12.2.1 Réseau Insteon

Message

Le protocole Insteon ajoute au secteur un signal modulé (modulation BPSK – *Binary Phase-Shift Keying*) avec une amplitude de 4,4 V. Chaque paquet de 24 bits est transmis au passage de la tension par zéro pour minimiser les interférences. La transmission de chaque paquet dure 1,823 ms avec un débit maximal de 1 440 bit/s pour un message standard et variant en fonction du nombre de modules installés et du type de message.

Structure

Un module envoie un message contenant l'adresse et le groupe du module récepteur ainsi que la commande à exécuter. Chaque module du réseau recevant le message examine sa table de liens, renvoie une information de bonne réception et, s'il n'est pas concerné, le renvoie aux autres. Le module récepteur commandé exécute l'action et envoie aussi un accusé de réception. Si le module émetteur ne reçoit pas d'acquisition de réception d'un module du réseau, il peut répéter le message jusqu'à cinq fois.

Pour simplifier la gestion des messages circulant sur le réseau, chaque module est un nœud du réseau : il reçoit et relaie tous les messages circulant sur ce réseau. Comme chaque module renvoie le message à tous les autres et pour éviter un renvoi infini, chaque message contient un « compteur » (*hop count*) incrémenté à chaque renvoi. Lorsque le compteur atteint une valeur fixée, le message n'est plus relayé. Les procédures de transmission sont valables pour les messages des modules CPL ou radio.

Messages

Insteon distingue deux types de messages : standard de 10 octets (bytes) ou étendu de 24 octets (bytes) avec 14 octets (bytes) de données utilisateur.

Ces messages se divisent en quatre classes :

- *broadcast* : envoyé à tous les modules et nœuds mais ne nécessitant pas d'accusé de réception ;
- *group broadcast* : destiné à un groupe de modules défini auparavant ;
- *direct* : pour un module spécifique (*Point-to-Point* – P2P) ;
- *acknowledge* : envoyé par un module en retour à une commande.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

12.2.2 Modules Insteon

Chaque module comporte un microcontrôleur gérant les messages, les commandes et les actions requises. Insteon distingue trois types de modules : *controler* (envoi de commande), *responder* (réception et exécution des commandes) et *repeater* (relais des commandes). Chaque module dispose d'une adresse unique (3 octets en hexadécimal comme AB.B2.45, par exemple) inscrite au dos.

Intégration à un réseau

Un module activé fait automatiquement partie d'un réseau et relaie les messages transmis. Cependant, il n'a au départ aucune fonction reconnue. Il faut donc relier les modules *controler* et *responder* pour activer une fonction. La liaison entre deux modules peut se faire manuellement ou par logiciel. Dans ce dernier cas, un ordinateur relié au modem Insteon PLM (*Power Link Modem*) envoie un message vers les modules à relier.

12.2.3 Compatibilité et passerelles

Insteon est partiellement compatible avec le protocole X10, qui peut envoyer et recevoir des commandes dans un réseau Insteon. Les messages issus de modules X10 ne peuvent pas, en revanche, être relayés. D'autres passerelles permettent d'intégrer un réseau Insteon aux protocoles ZigBee, LONworks…

12.2.4 Sécurité

Le protocole Insteon n'autorise des liens qu'avec les modules physiquement présents dans le réseau (*linking control*) en demandant l'adresse (3 octets-bytes) inscrite au dos du module. De plus, les messages étendus sont cryptés en utilisant différentes méthodes.

Insteon, une extension du système CPL

En combinant les courants porteurs (CPL) et une liaison radio, le protocole Insteon parvient à dépasser les limites liées à la nécessité de passer uniquement par le réseau électrique.

12.3 LCN, le CPL professionnel

Le protocole LCN a été développé par la société allemande Issendorff, il est disponible depuis 1993, date de mise sur le marché des premiers modules, suivis d'autres versions améliorées et de logiciels de programmation (2001) ou de visualisation.

Copyright © 2014 Dunod.

12.3.1 Structure du réseau

LCN est un système filaire décentralisé (figure 12.15) ne nécessitant donc pas de contrôleur. Chaque module est indépendant et communique avec celui ou ceux qui lui sont assignés. Des interfaces permettent aussi d'utiliser la transmission radio ou IR pour certaines fonctions.

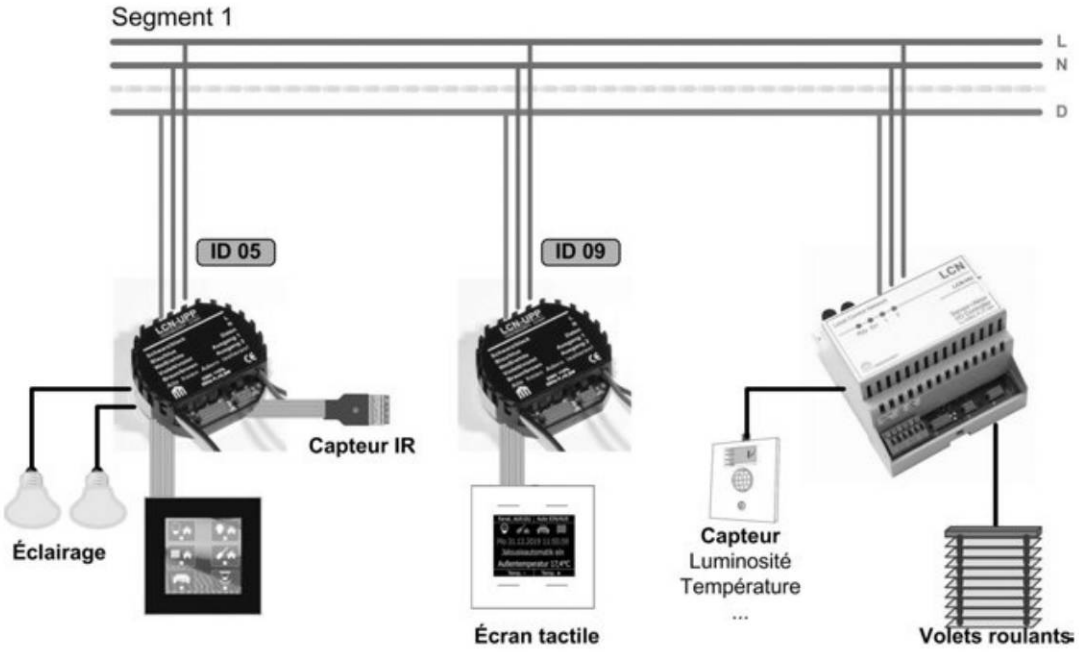


Figure 12.15 Principe d'un réseau LCN
Source : Modules LCN

Le système LCN est certes aussi basé sur les courants porteurs (CPL), donc utilisant le réseau électrique pour la communication entre composants ; il nécessite cependant un conducteur supplémentaire pour la transmission des données (figure 12.16) et utilise aussi le neutre.



Figure 12.16 Câble électrique pour réseau LCN

Un réseau (figure 12.17) se compose de segments, chacun pouvant gérer jusqu'à 250 modules et reliés par des coupleurs de segment.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

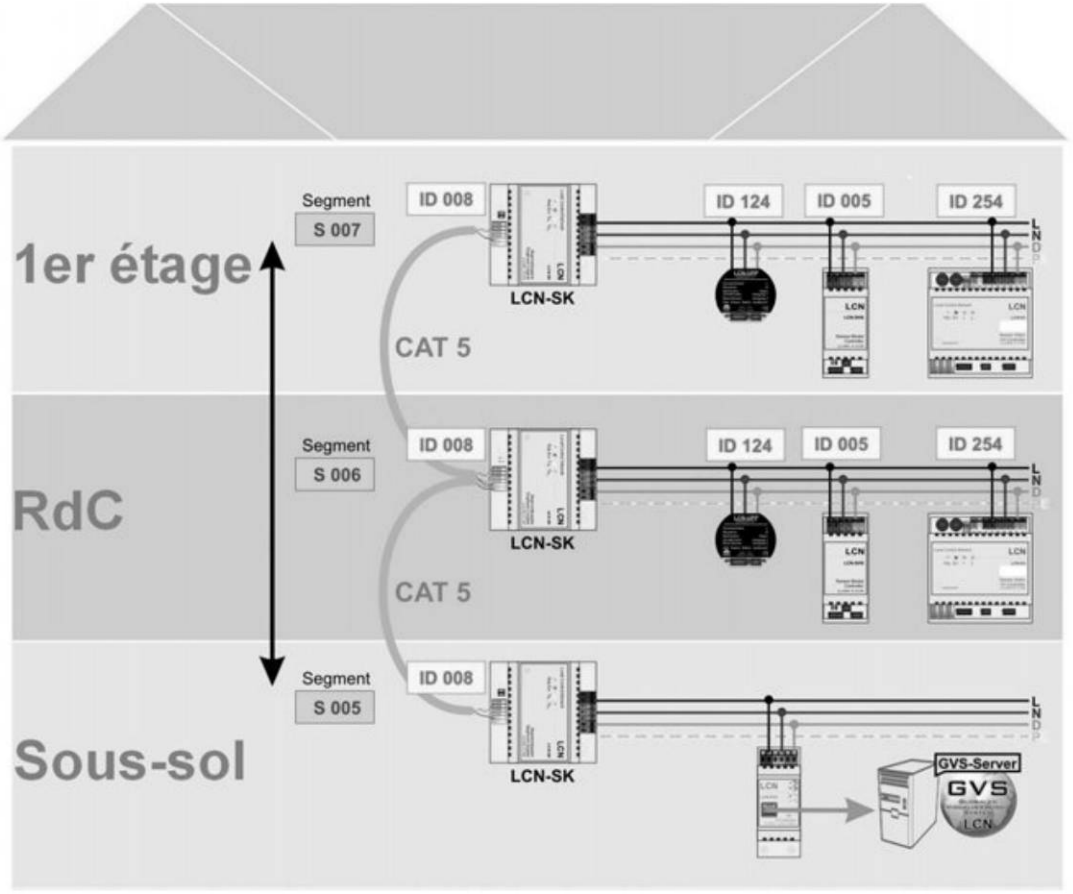


Figure 12.17 Réseau LCN composé de trois segments
Source : LCN

Les modules peuvent former des groupes et un module peut faire partie de plusieurs groupes (jusqu'à 12). De plus, il est possible de regrouper jusqu'à 120 segments reliés par des coupleurs de segment. Le réseau LCN peut ainsi comprendre jusqu'à 30 000 modules, ce qui permet non seulement son utilisation dans l'habitat mais aussi la gestion de bâtiments tertiaires ou industriels.

12.3.2 Communication

Un module émetteur (bouton-poussoir ou clavier tactile, par exemple) envoie des commandes et/ou des données à un ou plusieurs modules récepteurs (figure 12.18). Chaque module récepteur a en mémoire la ou les fonctions à effectuer qui sont activées par l'ordre reçu. Le module concerné renvoie un signal indiquant le statut (commande exécutée, par exemple), qui peut alors être affiché sur le module émetteur (diode de couleur ou clignotante).

Copyright © 2014 Dunod.

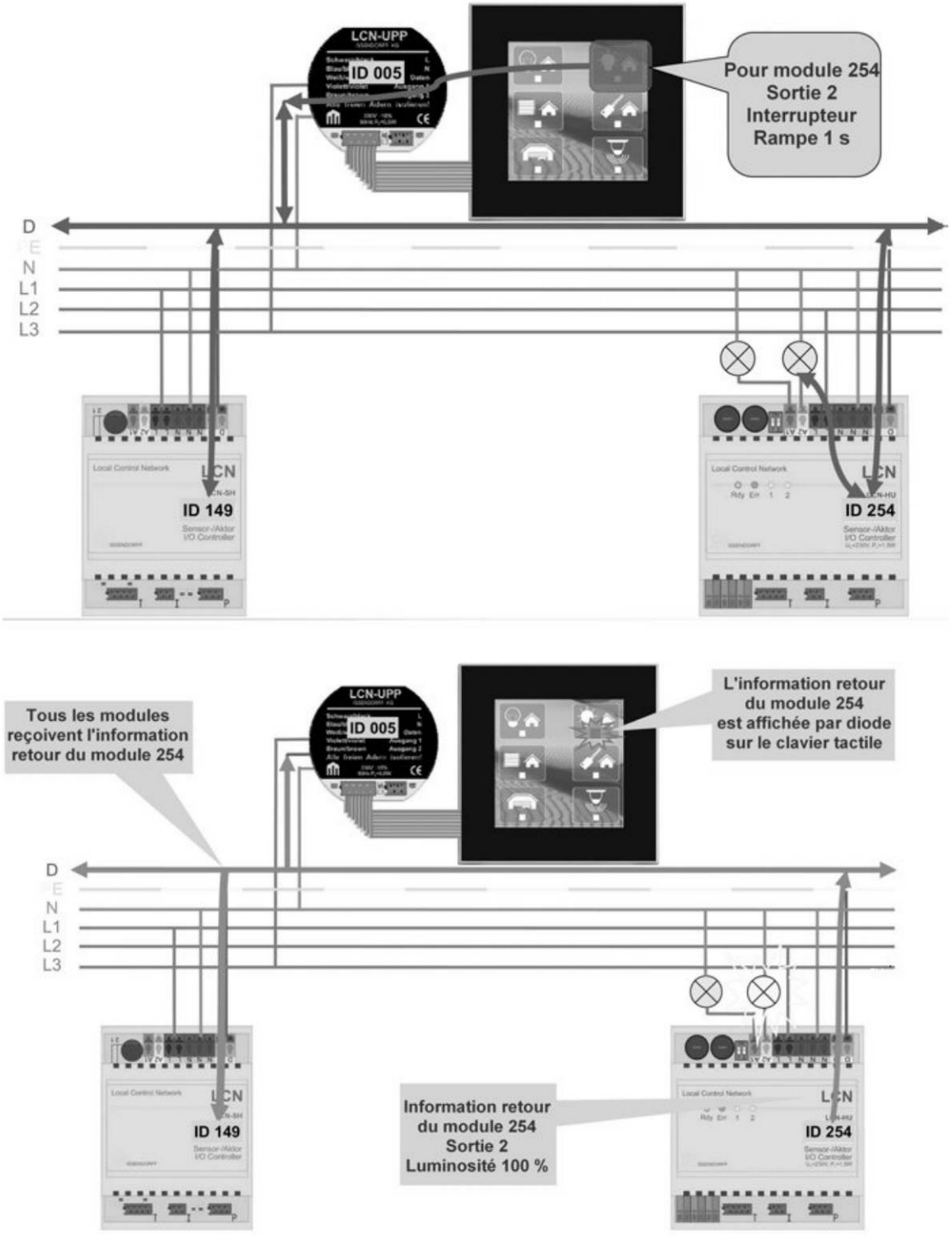


Figure 12.18 Envoi et réception d'une commande
Source : LCN

LCN utilise des télégrammes (figure 12.19) pour transmettre les commandes et données. Chacun dure 8,3 ms et comporte entre autres l'adresse de l'expéditeur, le segment, puis le ou les modules destinataires ainsi que les ordres et deux paramètres

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

(rampe de variation de lumière et niveau de luminosité, par exemple) avec 24 bits de données utiles.

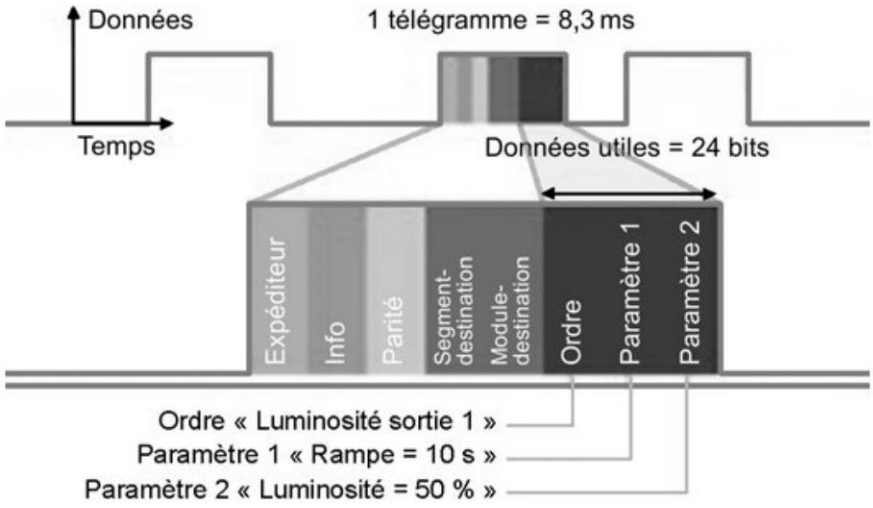


Figure 12.19 Télégramme du réseau LCN
Source : LCN

La communication est bidirectionnelle et la vitesse de transmission varie, selon la complexité du réseau, de 1 000 à 10 000 télégrammes par seconde.

12.3.3 Modules

Types de modules

LCN distingue plusieurs types de modules : ceux à encastrer (figure 12.20), ceux à installer dans un tableau électrique (figure 12.21), ceux de commande (clavier tactile) ou des extensions (capteurs…).

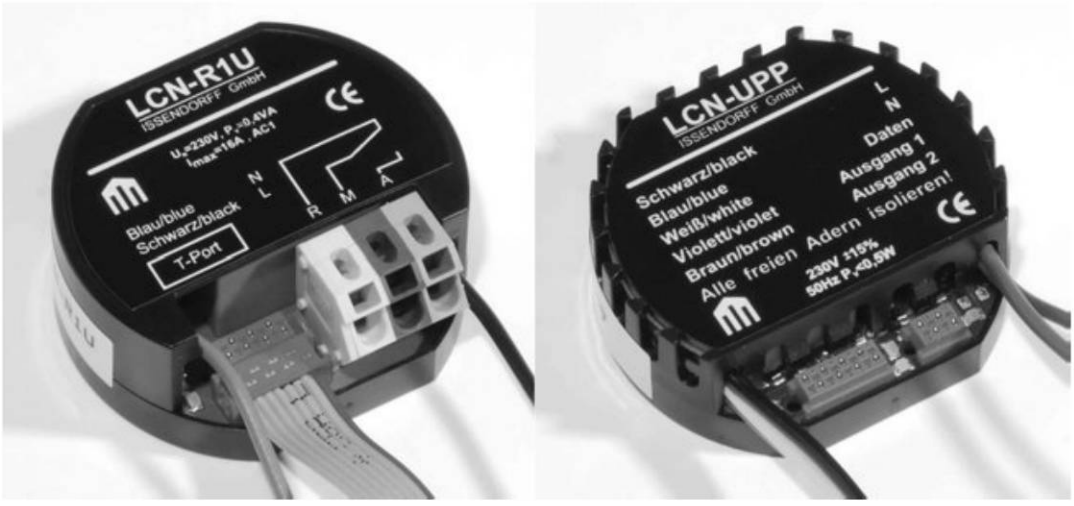


Figure 12.20 Modules à encastrer
Source : LCN

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 12.21
Module pour rail DIN
Source : LCN

Chaque module LCN (figure 12.22) comprend un microprocesseur alimenté par le secteur et enregistrant les paramètres de fonctionnement. Chaque module dispose d'une adresse (ID) attribuée par le logiciel LCN et peut être protégé par un mot de passe. Les modules communiquent directement entre eux et pilotent les équipements qui leur sont connectés. Ils comprennent généralement une LED indiquant le statut ou un dysfonctionnement.

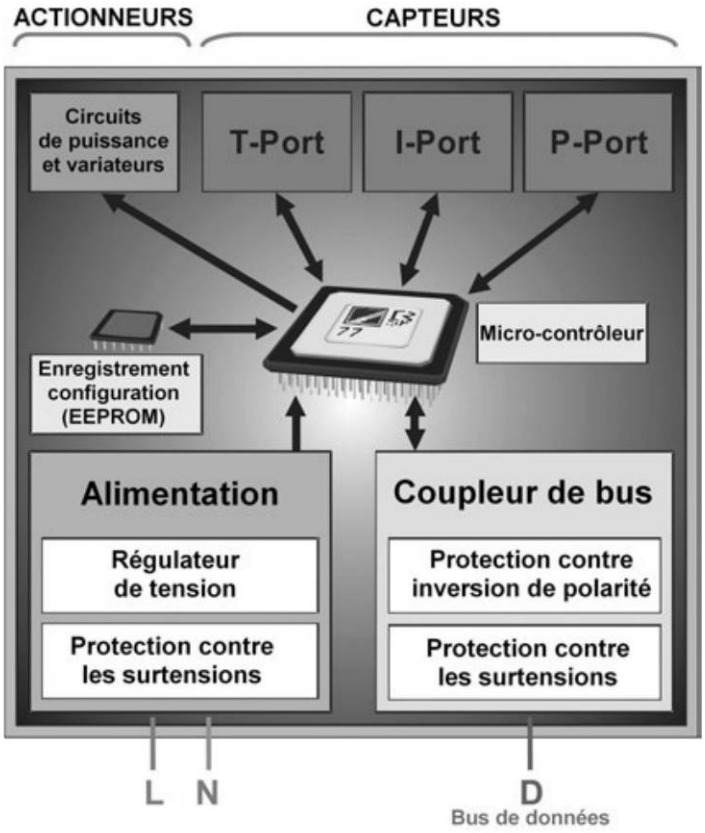


Figure 12.22 Fonctions schématiques du circuit électronique des modules
Source : LCN

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Trois ports spécifiques (figure 12.23) au protocole LCN peuvent, selon le type, équiper les modules :

- port T : disponible sur tous les modules, il permet la connexion de boutons-poussoirs ou de claviers ;
- port I : il permet de connecter des composants périphériques comme un capteur de température, un détecteur de présence, un récepteur IR, un écran d'affichage, une station météo… ;
- port P : il équipe les modules pour rail DIN et permet de relier plusieurs modules (figure 12.24).

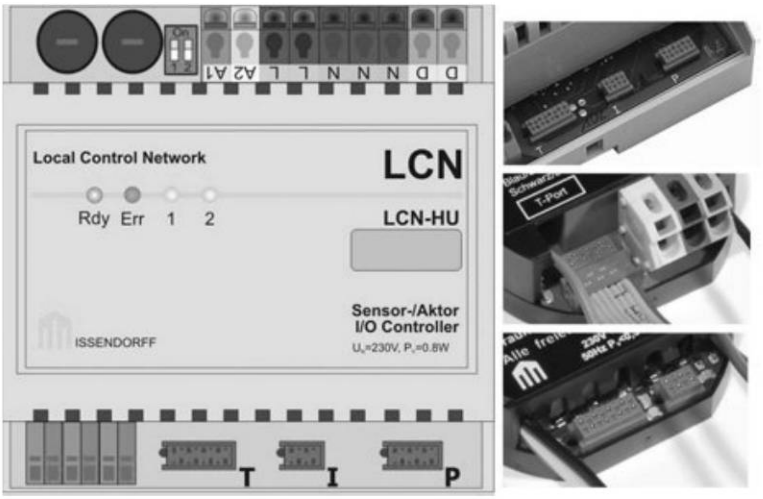


Figure 12.23 Ports T, I et P des modules LCN
Source : Modules LCN

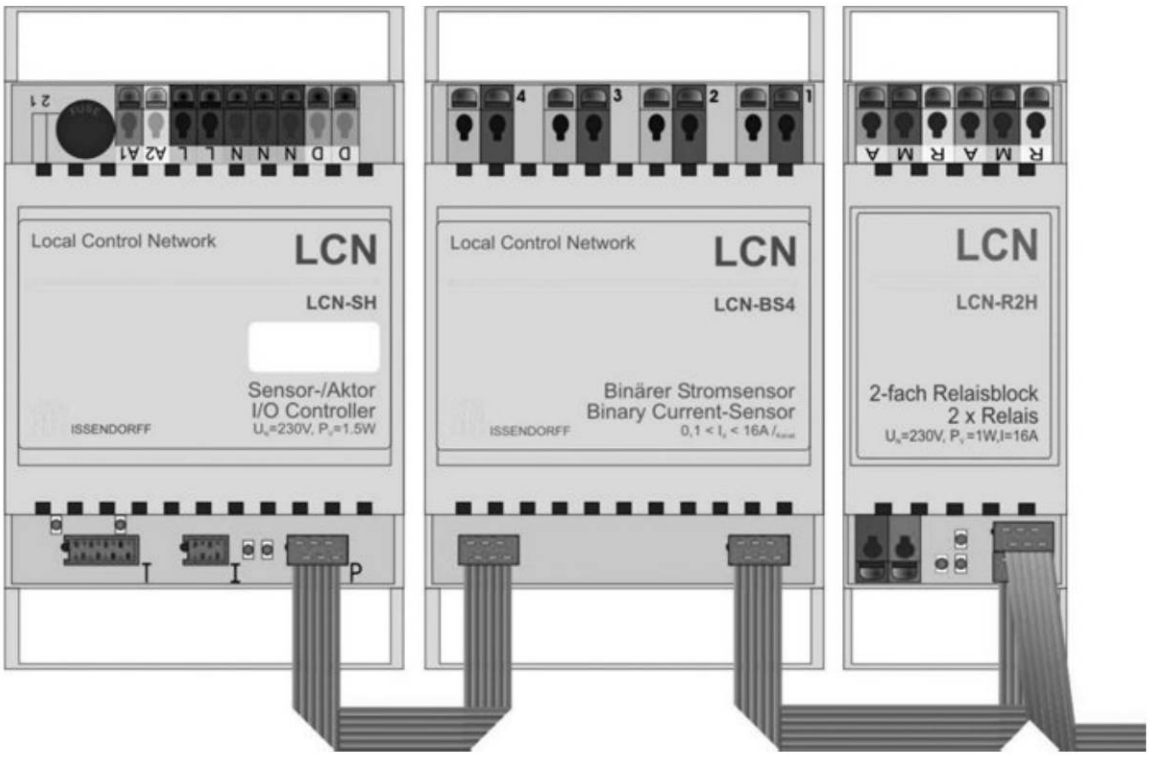


Figure 12.24 Liaison de plusieurs modules par le port P
Source : LCN

Copyright © 2014 Dunod.

Éléments de commande

Les différentes fonctions de l'habitat peuvent être commandées directement par des boutons-poussoirs, des claviers tactiles équipés ou non d'écran d'affichage (figure 12.25) ou par une télécommande (figure 12.26).



Figure 12.25 Éléments de commande
Source : LCN



Figure 12.26 Télécommandes
Source : LCN

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Interfaces de commande ou de visualisation

La visualisation du réseau sur écran (ordinateur, tablette ou smartphone – figure 12.27) permet de piloter et contrôler les différentes fonctions accessibles.



Figure 12.27 Pilotage et visualisation d'un réseau LCN
Source : LCN

12.3.4 Interfaces externes

LCN permet de communiquer avec d'autres protocoles, qu'ils soient standards ou propriétaires comme DALI, EnOcean, Crestron…

Pour le multimédia, il est possible d'intégrer les systèmes audio SONOS ou Crestron, par exemple.

12.3.5 Logiciels

La programmation et le paramétrage du système LCN, une fois tous les modules installés, passent par le logiciel LCN-Pro (figure 12.28) connecté au réseau par un module avec interface USB. Le logiciel reconnaît tous les modules, enregistre leur numéro de série, puis attribue à chacun une identification. Celle-ci pourra être changée, toujours dans le logiciel, par l'utilisateur ou l'installateur.

Pour des applications de type *smart building*, le logiciel LCN-GVS (figure 12.29) permet le contrôle à distance du fonctionnement du réseau.

Copyright © 2014 Dunod.

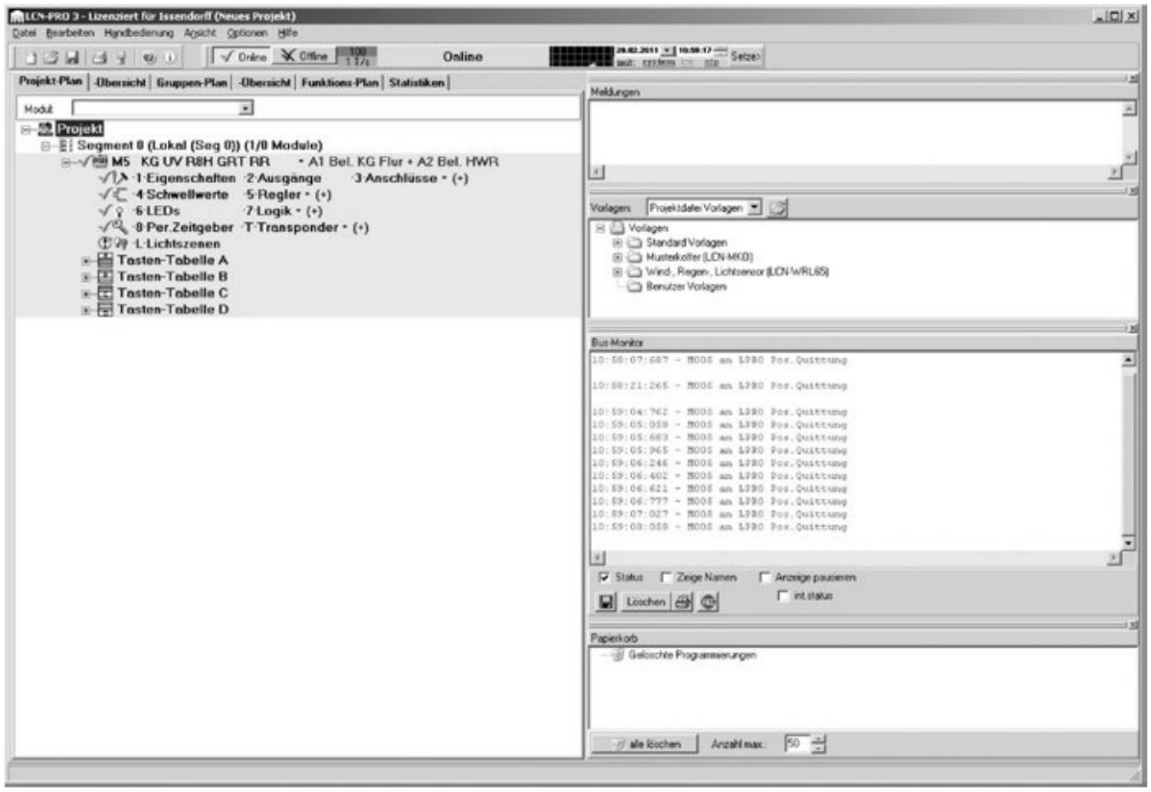


Figure 12.28 Logiciel LCN-Pro
Source : LCN

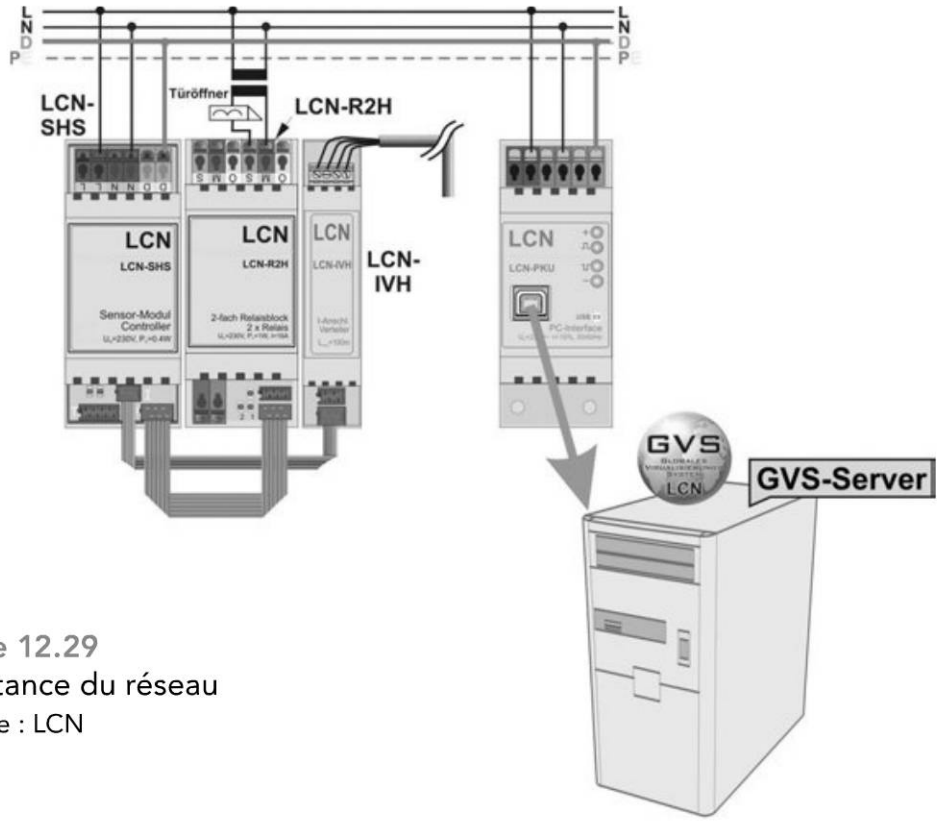


Figure 12.29
Contrôle à distance du réseau
Source : LCN

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

LCN : un réseau CPL professionnel

La structure du protocole LCN ainsi que celle du réseau, proches de KNX, offrent une homogénéité et toutes les fonctions de l'habitat. La structure décentralisée permet le fonctionnement sans contrôleur. L'offre de modules ainsi que l'ouverture vers d'autres protocoles sont un atout pour l'utilisateur, que ce soit pour l'habitat ou le tertiaire. Les nombreuses réalisations de par le monde illustrent l'acceptation de ce protocole (Main Tower à Francfort, Europe Tower à Budapest, Blue Tower à Téhéran, hôtel Kempinski à Moscou… ainsi que de nombreuses habitations particulières).

12.4 Crestron, une solution haut de gamme

La société américaine Crestron a développé un système complet de gestion de l'habitat ou du bâtiment. Les fonctionnalités offertes permettent de couvrir tous les secteurs aussi bien de l'habitat que des bâtiments : le très vaste choix des équipements disponibles est à la hauteur des performances et des possibilités du système (figure 12.30). En 2013, plus de 60 % des intégrateurs américains utilisaient Crestron.

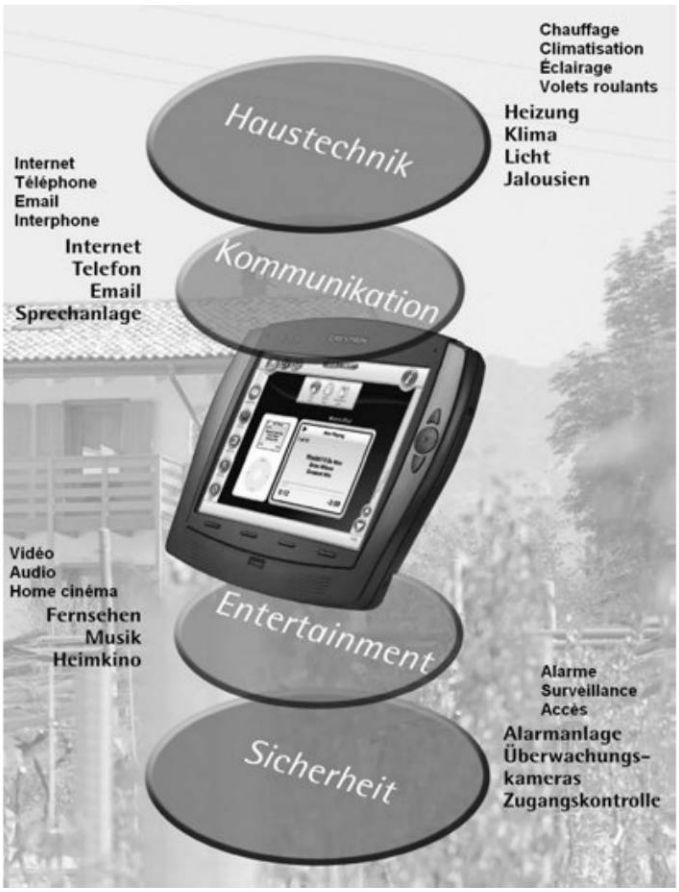


Figure 12.30
Fonctionnalités du système Crestron
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.

12.4.1 Structure du réseau pour application *smart home*

La transmission des données se fait soit par câble Ethernet (protocole Cresnet®), soit par radio (fréquences de 418-433 MHz, 2,4 et 5,8 GHz) avec les réseaux Wi-Fi ou infiNET®. La transmission radio est, par exemple, utilisée pour les capteurs de mouvement, des boutons-poussoirs muraux ou un thermostat (alimentés par piles). Le réseau Cresnet est utilisé par des écrans de contrôle ou des boutons-poussoirs pour communiquer avec la ou les centrales de commande et pour transmettre les ordres générés avec un retour éventuel d'information.

Centrales de commande

Plusieurs centrales de commande permettent la gestion du système, en fonction de la complexité de l'installation. Une centrale de commande ou un contrôleur possèdent une série d'interfaces permettant le pilotage de différents équipements et des liaisons vers les réseaux internes.

Le modèle MC3, par exemple (figure 12.31), permet de gérer pour l'habitat de nombreuses entrées/sorties comme :

- relais basse tension ;
- port GPIO (contact sec, mesure de tension continue) ;
- ports infrarouges pour la gestion de télécommandes ;
- ports série pour le pilotage d'équipements utilisant ce port (projecteur vidéo ou ampli AV, par exemple) ;
- ports USB ;
- port Ethernet ;
- ports Cresnet dédiés ;
- réseau radio infiNET.



Figure 12.31
Contrôleur MC3
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La centrale de commande peut aussi être installée dans une armoire électrique sur un rail DIN (figure 12.32).



Figure 12.32 Contrôleur DIN AP2
Source : Crestron

Les contrôleurs MC3 ou DIN AP2 permettent aussi le contrôle de toutes les fonctions domestiques (figure 12.33).

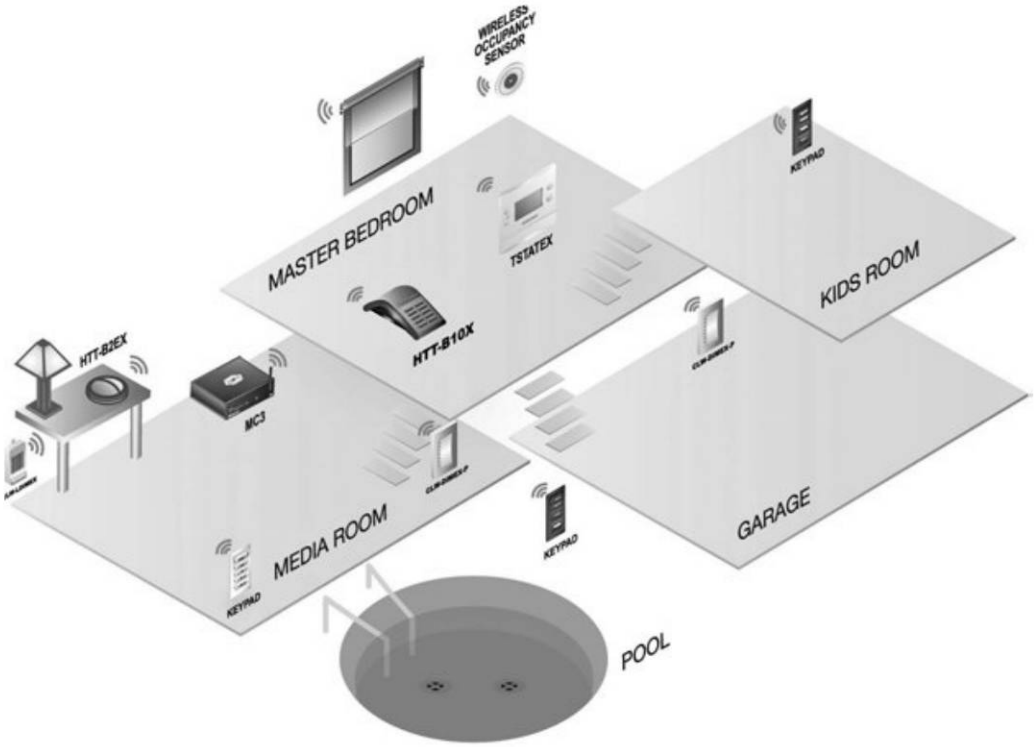


Figure 12.33 Exemple de fonctions couvertes par le contrôleur MC3
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.

12.4.2 Fonctions domestiques couvertes

L'environnement Crestron couvre tous les aspects du *smart home* (et du *smart building*). Les différents composants et modules permettent de contrôler aussi bien l'éclairage, le chauffage ou la ventilation, les volets roulants, stores ou rideaux que l'aspect sécurité, mais aussi le multimédia audio ou vidéo.

Des boutons-poussoirs, claviers (figure 12.34), capteurs (luminosité, présence, température…) permettent la gestion de ces fonctions.

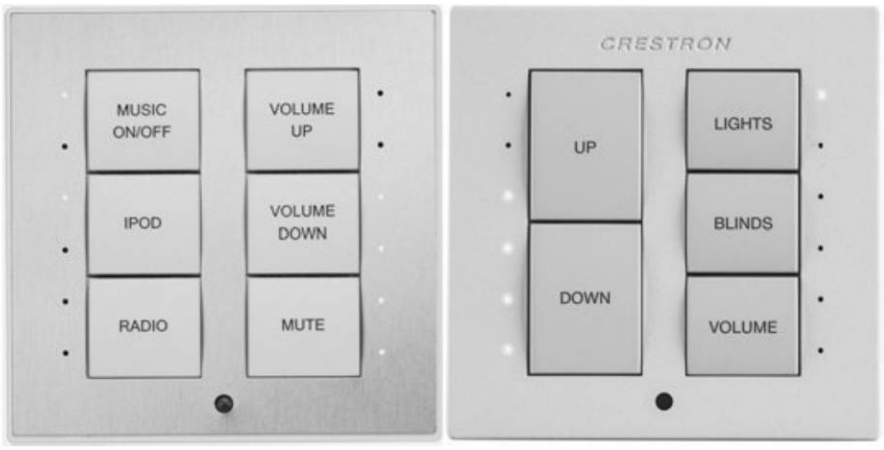


Figure 12.34 Claviers de commande
Source : Crestron

Un détecteur de présence (figure 12.35) pourra, par exemple, moduler l'éclairage et permettre, par des passerelles, l'intégration du protocole DALI ou des solutions de la société Lutron. Des thermostats (filaires ou radio) permettent de gérer la température des pièces.



Figure 12.35 Capteur de luminosité et thermostat
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Interfaces de commande et de visualisation

La programmation et la configuration d'une installation s'effectuent à partir d'un des logiciels disponibles, selon la complexité du projet : SIMPLWindows, System Builder, Crestron Studio ou Adagio Composer, par exemple.

Interfaces dédiées

L'utilisateur peut avoir accès au système Crestron à partir d'écrans tactiles (figure 12.36) sans fil ou en utilisant le réseau Cresnet ou une télécommande (figure 12.37).



Figure 12.36 Écran tactile
Source : Crestron



Figure 12.37 Télécommandes
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.

Interfaces pour smartphone ou tablette

Il est possible d'utiliser un smartphone ou une tablette à partir d'une App spécifique (figure 12.38).



Figure 12.38 Commande par smartphone ou tablette
Source : Crestron

12.4.3 Passerelles

Crestron permet de communiquer avec les protocoles standards comme KNX, BACnet, DALI… Des passerelles développées par Crestron ou par d'autres sociétés ou protocoles propriétaires permettent l'intégration de modules de Crestron ou de ces sociétés : une interface Crestron/Somfy, par exemple, permet le contrôle des moteurs Somfy (volets roulants…).

12.4.4 Installations

Un système basé sur le protocole Crestron doit être optimisé pour tirer profit de toutes les fonctionnalités. Des installateurs agréés par Crestron assurent donc la planification, l'installation et la programmation de tout le système, selon les choix du ou des occupants. Les logiciels disponibles permettent, selon la complexité de l'installation, de programmer les actions ou scènes, gérer les commandes et personnaliser les écrans de visualisation.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Crestron, une approche versatile complète haut de gamme

Dans une approche *smart home*, l'environnement Crestron permet de piloter toutes les fonctions de l'habitat. La fiabilité ainsi que les fonctionnalités offertes permettent la gestion centrale et l'intégration de toutes ces fonctions. Le corolaire en est un coût relativement élevé.

Son utilisation est aussi possible pour tout bâtiment (voir chapitre 21, sur le *smart building*), que ce soit dans les domaines de l'énergie, du confort ou du multimédia (voir chapitre 18, sur le multimédia).

12.5 AMX, l'autre solution haut de gamme

La société américaine AMX, présente surtout sur le marché des États-Unis, offre un système proche de celui de Crestron bien que plus orienté multimédia. Les équipements domestiques intégrés sont surtout l'éclairage et le contrôle des volets roulants ou rideaux.

AMX utilise une liaison filaire (AxLink basée sur le bus RS485) et radio. Un contrôleur assure la gestion des équipements connectés. Ces contrôleurs possèdent différentes sorties (relais, IR, RS232…) pour le pilotage d'équipements autres que ceux supportés par le protocole AMX. Une interface KNX permet la commande d'équipements répondant à ce protocole. Le port Ethernet permet la connexion à un routeur pour accès par Wi-Fi ou Internet. Les commandes peuvent se faire par clavier multitouches, télécommande dédiée, écran tactile, smartphone ou tablette. Comme pour Crestron, l'installation, qui requiert une programmation, est assurée par un intégrateur agréé.

De par les produits développés, AMX s'oriente cependant plus vers les applications professionnelles.

12.6 Control4

La société américaine Control4, avec le système MyHome, couvre de très nombreuses fonctions de l'habitat. Les communications et commandes se font par réseau filaire Ethernet ou radio.

Le protocole SDDP (*Simple Device Discovery Protocol*) est un logiciel intégré à tout équipement utilisable avec les contrôleurs. La structure du réseau Control4 se compose d'un (ou de plusieurs) contrôleurs (figure 12.39) par où transitent commandes et informations issues de capteurs, d'actionneurs et d'interfaces de commande pouvant être une télécommande, un smartphone, une tablette, une télévision ou un écran dédié (figures 12.40 et 12.41).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 12.39 Contrôleur HC-800. Source : Control4



Figure 12.40 Options pour la commande des équipements Control4. Source : Control4



Figure 12.41 Écran de commande de l'éclairage d'une cuisine. Source : Control4

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Des claviers personnalisables peuvent aussi être utilisés. Une interface ZigBee est intégrée aux contrôleurs. Il existe également des passerelles IP vers le protocole KNX.

Control4 intègre différents capteurs propres comme thermostat, portier audio/vidéo ou prises commandées. Cependant, il s'appuie sur différents fournisseurs proposant des équipements compatibles avec le protocole Control4 SDDP : caméras de surveillance, serrures commandées, différents capteurs (détecteur de mouvement, contact…), volets roulants, brise-lumière… Lors de l'installation, ces équipements sont automatiquement reconnus par le contrôleur. Des équipements électroménagers compatibles avec le protocole Control4 peuvent être intégrés au réseau domestique : réfrigérateurs de la société Sub-Zero ou fours de la société Wolf. Ils peuvent transmettre des informations sur leurs conditions de fonctionnement ou envoyer des messages d'alerte (fin de préchauffage ou de cuisson, par exemple). Le logiciel Composer HE (Home Edition) permet de personnaliser, programmer et commander différentes actions par l'intermédiaire du contrôleur. L'installation d'un système Control4 doit être confiée à un intégrateur agréé.

Le multimédia est aussi pris en charge par ces contrôleurs, certains étant dédiés à cette application.

L'ouverture d'un compte sur le site Control4 permet d'accéder aux services 4Sight comme des informations sur les films, les programmes, mais aussi pour une mise à jour ou une intervention, recevoir des alertes du système domestique. Le site donne également l'accès à des Apps spécifiques Control4 pour intégrer d'autres équipements ou d'autres protocoles (Z-Wave, par exemple). Un accès à distance n'est possible que par le serveur Control4.

12.7 Lutron, Savant

La société américaine **Lutron** présente aussi une solution complète, HomeWorks QS, avec des modules permettant de contrôler et de gérer l'éclairage, les volets roulants, stores, rideaux ou brise-soleil, le chauffage, la sécurité ou l'audiovisuel, par exemple. Un contrôleur Homeworks assure la gestion et la coordination des équipements de l'installation. Le réseau est mixte, filaire et radio avec un pilotage par boutons-poussoirs, claviers, smartphone ou tablette. Une intégration à des équipements d'autres constructeurs (RTI, AMX, Control4, Honeywell ou Pro Control) est possible.

Savant, basé aux États-Unis, propose une approche complète de gestion des fonctions de l'habitat (éclairage, volets roulants, énergies, sécurité, communication et aussi le multimédia) utilisant le système d'exploitation d'Apple. Le réseau filaire, radio ou IR est géré par des contrôleurs, cœurs d'une plateforme comportant le logiciel de configuration et de contrôle ainsi qu'un accès par applications iOS.

Copyright © 2014 Dunod.

12.8 Vity Technology

La société française Vity Technology, créée en 1987, base son approche *smart home* sur un protocole propriétaire avec un bus de communication filaire : MBC (*Media Bus Control*).

Pour le résidentiel, la solution My VHome offre la possibilité de piloter toutes les fonctions domestiques. Elle est basée sur :

- un contrôleur avec différents modules d'interfaçage assurant la gestion des équipements qui lui sont connectés ;
- une interface utilisateur comprenant entre autres des écrans tactiles mais aussi des interfaces de communication par smartphone ou tablette ;
- des équipements à piloter ;
- un logiciel de programmation et de paramétrage.

Le protocole Vity permet d'intégrer une interface vers d'autres protocoles comme KNX soit par l'intermédiaire d'un contrôleur Vity avec une carte spécifique, soit à partir d'un écran tactile relié directement au bus KNX.

12.8.1 Fonctionnement

Les commandes sont transmises au contrôleur par des boutons-poussoirs, une télécommande IR ou radio, un ordinateur, un smartphone ou une tablette. Des capteurs (thermostat, mouvement, luminosité, qualité de l'air, détection de gaz…) peuvent aussi envoyer des informations au contrôleur.

12.8.2 Contrôleurs

Le contrôleur modulaire Multinitro (figure 12.42) équipé d'un port MBC (connecteur RS485) et Ethernet peut recevoir jusqu'à 16 modules d'interface I/O (RS232/422/485, IR, KNX, relais, entrées analogiques…). Il incorpore aussi un serveur Web, et l'apprentissage des codes IR est intégré.

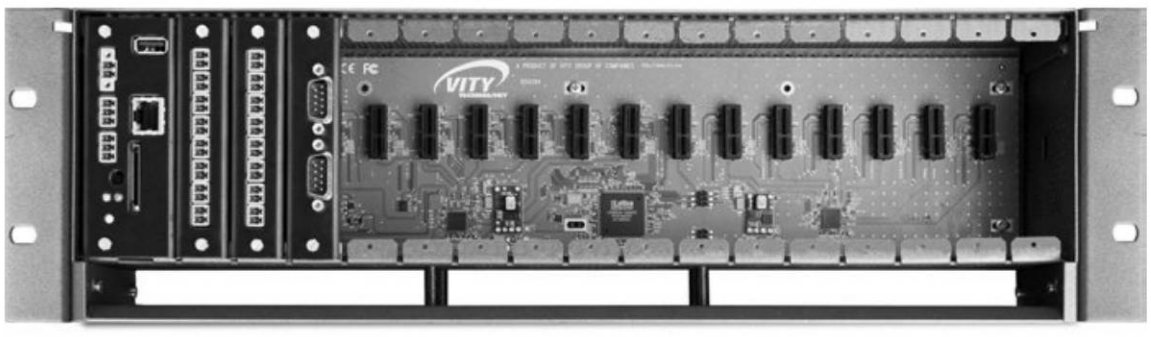


Figure 12.42 Contrôleur Multinitro. Source : Vity Technology

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les informations reçues (commandes, statut…) sont traitées par le processeur interne et transmises soit aux actionneurs (commande), soit aux interfaces utilisateur (affichage du bon fonctionnement d'un équipement ou d'une commande envoyée).

12.8.3 Interface utilisateur

Les écrans tactiles (figure 12.43) peuvent être muraux ou de table et utiliser une communication filaire (MBC, KNX, Ethernet), radio (Wi-Fi, ZigBee bidirectionnelle) ou IR.



Figure 12.43 Écran tactile filaire KNX ou MBC
Source : Vity Technology

Les interfaces affichées dépendent de la fonction à piloter (figure 12.44).

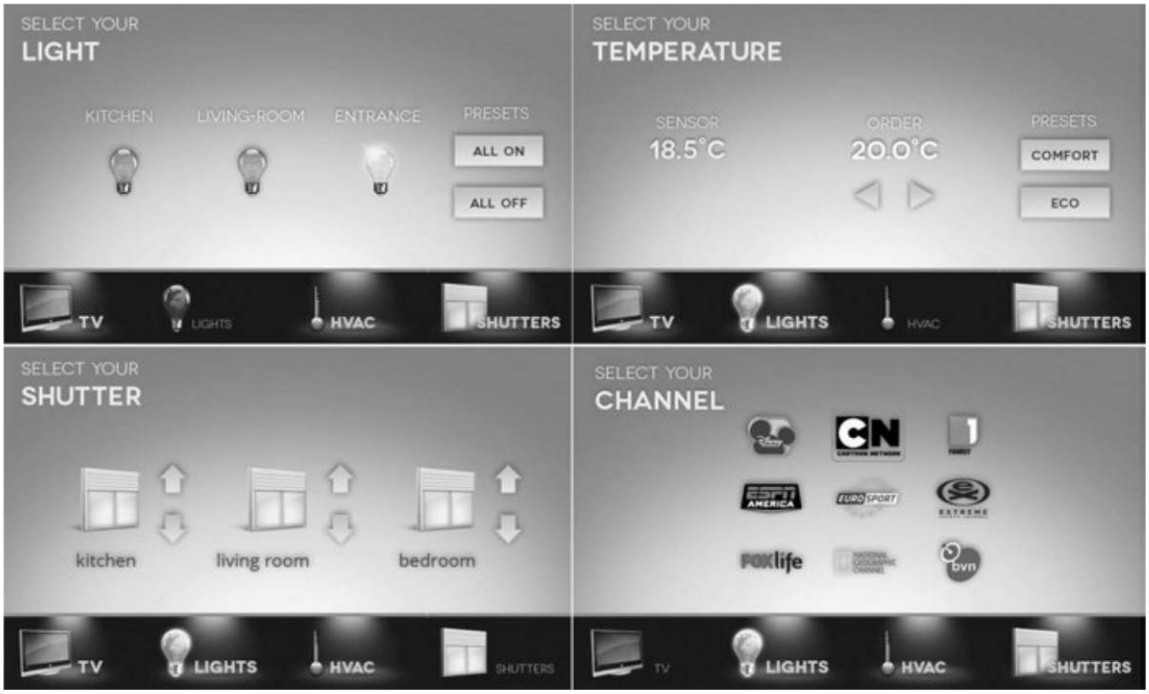


Figure 12.44 Interfaces de pilotage des différentes fonctions
Source : Vity Technology

Copyright © 2014 Dunod.

L'autre option est l'utilisation d'un smartphone ou d'une tablette (communication par Wi-Fi).

Commande directe d'un réseau KNX

Certains écrans tactiles permettent le pilotage d'un réseau KNX en s'y connectant directement par un connecteur KNX intégré. L'utilisateur peut ainsi commander les équipements du réseau sans passer par le logiciel ETS.

12.8.4 Logiciels

La programmation et le paramétrage se font par le logiciel PC2MATY (ordinateur relié au contrôleur). Il permet la programmation des actions, de scènes et la création d'interfaces pour smartphone ou tablette. Le système fonctionne ensuite de façon autonome (*stand alone*), le contrôleur assurant la gestion globale. Une bibliothèque de modules informatiques ou de macros permet de gérer directement certains équipements spécifiques (projecteurs vidéo, équipements audiovisuels…).

12.8.5 Modules pour gestion des fonctions domestiques

Les différentes fonctions (éclairage, chauffage, sécurité…) sont pilotées par des modules installés dans le contrôleur (relais, contact sec, port 0/10 V) ou par des modules KNX, ZigBee avec les interfaces correspondantes.

Les possibilités offertes par l'approche de Vity Technology permettent une gestion de l'habitat par le contrôleur, mais aussi d'intégrer des équipements utilisant les protocoles KNX ou ZigBee. La possibilité de gérer directement un réseau KNX par un écran tactile relié directement à ce réseau est aussi intéressante.

12.9 Somfy io-homecontrol

La société française Somfy a développé, à partir de 1969 et autour de moteurs pour stores et volets, une solution d'automatisation domestique et une gamme de produits compatibles.

Le protocole Somfy utilise une liaison radio RTS (Radio Technology Somfy) bidirectionnelle avec trois sous-bandes dans la plage 868-870 MHz avec un débit de 38,4 kbits/s. Les transmissions sont cryptées sur 128 bits. L'élément de base est le boîtier contrôleur Tahoma (figure 12.45) connecté à un routeur par liaison Ethernet.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 12.45 Boîtier contrôleur Tahoma
Source : Somfy

Le pilotage à distance par le boîtier Tahoma passe par le serveur de Somfy avec une activation par l'installateur. En l'absence de connexion Internet, les fonctions locales et les scènes programmées s'effectuent normalement. La programmation se fait par un ordinateur (figure 12.46) relié au contrôleur par une passerelle (connectique USB).



Figure 12.46 Configuration du contrôleur Tahoma
Source : Somfy

Il est ainsi possible de définir des actions et des scènes (figure 12.47) qui peuvent être activées par ordinateur, smartphone, tablette (figure 12.48).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 12.47 Écran de pilotage et de configuration du contrôleur Tahoma
Source : Somfy



Figure 12.48 Visualisation et pilotage par ordinateur ou smartphone
Source : Somfy

Les commandes locales des fonctions installées peuvent se faire par une télécommande ou un écran tactile dédié (figure 12.49).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 12.49
Visualisation et pilotage par télécommandes ou écran tactile dédié
Source : Somfy

Les scènes préprogrammées peuvent être activées à partir des différentes pièces par un bouton-poussoir tactile (figure 12.50).



Figure 12.50 Lanceur de scènes programmées
Source : Somfy

12.9.1 Modules Somfy

Les composants compatibles permettent le contrôle et la gestion des fonctions de l'habitat avec, par exemple, des capteurs vitesse de vent et/ou de position de soleil (figure 12.51) pour la gestion des volets roulants, marquises ou stores en fonction des conditions météo.

Les autres modules concernent l'accès (ouvertures automatiques), la sécurité (alarmes, caméras, détection de fumée) et le confort (éclairage, prises commandées, chauffage). Le protocole Somfy est intégré dans de nombreux produits fournis par d'autres sociétés.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 12.51 Capteurs de position du soleil et/ou de vitesse de vent
Source : Somfy

12.9.2 io-homecontrol

C'est le protocole Somfy intégré par d'autres fournisseurs d'équipements domestiques : Velux et WindowMaster pour les fenêtres de toit et la ventilation, Niko pour l'éclairage, Honeywell et CIAT pour le chauffage, SecuYou pour le verrouillage des portes et fenêtres…

L'adoption du protocole Somfy permet l'interopérabilité entre tous ces produits et leur intégration dans un système unique de gestion de l'habitat.

12.9.3 Intégration à d'autres protocoles

Des passerelles permettent l'intégration et/ou la commande de modules compatibles avec le protocole Somfy à d'autres protocoles (EnOcean, KNX, ZigBee, Z-Wave, Crestron et Philips pour l'éclairage).

12.10 Delta Dore

La société française Delta Dore utilise un protocole radio propre (X3D – fréquence de 868 MHz). Les modules disponibles couvrent toutes les fonctions de l'habitat (figure 12.52).

Chaque module émetteur-récepteur peut retransmettre un signal reçu et ainsi augmenter la portée utile. Les signaux sont émis avec une faible puissance (de l'ordre du milliwatt) et sur une très courte durée. Le pilotage par l'utilisateur peut se faire par une télécommande dédiée (figure 12.53) ou un écran tactile (figure 12.54).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 12.52 Exemple d'installation *smart home*
Source : Delta Dore



Figure 12.53
Télécommande radio
Source : Delta Dore



Figure 12.54 Écran tactile de visualisation et de commande
Source : Delta Dore

Copyright © 2014 Dunod.

Une passerelle (figure 12.55) connectée à un routeur permet le contrôle par un smartphone ou une tablette, à domicile ou à distance. La sécurité des transmissions est assurée par un cryptage (*rolling code*).



Figure 12.55 Passerelle pour commande par smartphone ou tablette
Source : Delta Dore

Un module permet de contrôler l'éclairage géré par le protocole DALI. Un transmetteur GSM contrôle et pilote un habitat non relié au réseau téléphonique fixe ou assure le relais en cas de défaillance de ce réseau.

12.11 Autres protocoles

De nombreuses autres sociétés ont aussi développé leur propre protocole et certaines y intègrent le contrôle du multimédia (audio et/ou vidéo), même si cette fonction est parfois limitée.

La société autrichienne **Loxone,** avec son contrôleur Miniserver (figure 12.56), permet de gérer de très nombreuses fonctions (réseau filaire) par l'intermédiaire d'un smartphone ou d'une tablette.



Figure 12.56
Contrôleur Miniserver
Source : Loxone

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Un logiciel permet de programmer différentes fonctions ou des scènes et de piloter l'installation à partir d'un smartphone ou d'une tablette (figure 12.57). Une solution multiroom audio est possible soit avec le serveur Loxone pouvant desservir 8 ou 12 zones (compatible Airplay), soit en intégrant des équipements de la société Sonos.



Figure 12.57 Gestion des fonctions du Miniserver
Source : Loxone

La communication avec les différents éléments se fait par différents bus : CAN, CPL, KNX ou Ethernet. La défaillance du Miniserver entraîne l'arrêt de tous les équipements qui y sont connectés (problème rencontré par tous les contrôleurs qui assurent une gestion centrale avec des modules dépendants). Cela n'empêche pas cette solution de rencontrer un important succès, surtout en Allemagne, Autriche et Suisse : fin 2013, plus de 5 000 exemplaires de Miniserver étaient en service.

La société brésilienne **neocontrol** propose un système radio avec diverses fonctions comme l'éclairage, l'accès, une interface IR et RS232 pour le multimédia, des relais… Un boîtier moduleweb permet la consultation et le pilotage par Internet.

12.12 IRTrans, une passerelle IR

Les boîtiers de la société allemande IRTrans permettent une intégration d'équipements pilotés ou pilotables par télécommande IR à différents protocoles (RS232, EnOcean, KNX, Ethernet, Wi-Fi…). Les applications couvertes sont principalement le multimédia, mais aussi tout équipement relié au réseau domestique (volets roulants, éclairage…) par un de ces protocoles. Le module IRTrans (figure 12.58) comporte une interface Ethernet, Wi-Fi, USB ou RS232, un ou des émetteurs et un

Copyright © 2014 Dunod.

ou des récepteurs IR ainsi qu'une intégration matérielle et/ou logicielle au protocole supporté. Les codes IR des différentes télécommandes sont mémorisés par apprentissage.



Figure 12.58
Modules IRTrans USB
Source : IRTrans

Intégré à un protocole *smart home*, le module IRTrans pilote, par l'intermédiaire de l'interface domestique (smartphone ou tablette, par exemple), les équipements souhaités en émettant les commandes IR correspondantes.

Pour le protocole EnOcean, par exemple, la programmation pourra se faire avec le logiciel MyHomeControl de la société suisse BootUp, qui intègre le module IRTrans. Le logiciel de visualisation et de contrôle EisBär de la société allemande Alexander Maier GmbH pour le protocole KNX permet de créer des boutons commandant des fonctions qui seront transmises à l'équipement considéré par le module IRTrans. Le fonctionnement d'un module IRTrans suppose cependant une liaison constante avec l'ordinateur, qui doit être en service permanent.

12.13 ANT, un protocole spécifique

ANT et ANT+, protocoles de communication développés par la société canadienne Dynastream Innovations Inc., sont des systèmes radio à très faible consommation et à faible portée. Ils utilisent la fréquence de 2,4 GHz et permettent de nombreuses topologies de réseau : uni ou bidirectionnel, en étoile, *peer-to-peer*… Chaque module peut agir comme émetteur, récepteur ou relais (réception/transmission) en fonction des modules voisins.

La transmission de chaque message dure moins de 150 µs. Aucune horloge de synchronisation n'est utilisée (*adaptive isochronous network technology*) : chaque émetteur envoie un message à intervalles réguliers en surveillant les interférences possibles et en s'adaptant pour transmettre ces messages, par exemple en changeant de canal dans la bande de fréquence 2,4 GHz.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les circuits sont fournis par plusieurs sociétés comme Nordic Semiconductor ou Texas Instruments. Plusieurs millions de modules sont en utilisation dans le monde.

Les principales applications sont dans les domaines sportifs (rythme cardiaque, capteurs pour chaussures, vitesse de vélo et puissance développée, force appliquée sur une pagaie de kayak…) ou médical (*home health monitoring* : rythme cardiaque, pèse-personne, capteur de température…) avec transmission des données vers une montre dédiée, un smartphone, une tablette ou transfert vers un ordinateur (adaptateur ANT/USB).

Lancée en 2000, la chaussure Triax SDM de Nike permettait de mesurer la vitesse et la distance parcourue et de l'afficher sur une montre spéciale.

La société allemande HMM Holding AG propose, avec la gamme smartLAB, des équipements avec l'interface ANT+ pour la mesure de la tension artérielle ou du taux de glucose, une balance ainsi qu'un mesureur de distance parcourue. Une App permet la lecture des données sur un smartphone ou une tablette.

L'organisation ANT+ Alliance formée en 2007 veille à l'interopérabilité des équipements utilisant ce protocole par un agrément des équipements développés. Il existe des passerelles vers les protocoles EnOcean (logiciel BootUp) et KNX.

Autres protocoles propriétaires

Les systèmes qui suivent sont aussi développés par une seule société et basés sur un protocole spécifique. Cependant, contrairement aux protocoles propriétaires ouverts, présentés ci-dessus, soit un seul fournisseur propose les composants du système, soit il n'y a pas ou pas encore de passerelle vers un protocole standard ou propriétaire ouvert (figure 12.59).

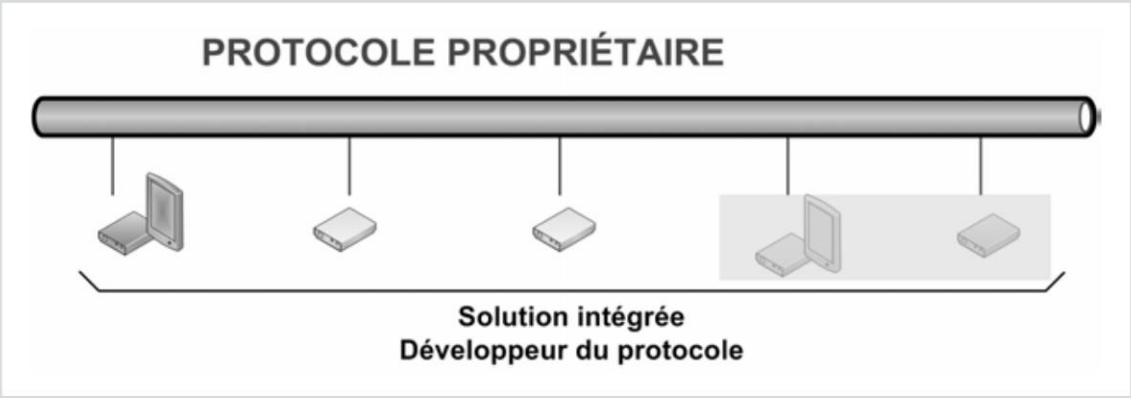


Figure 12.59 Protocole propriétaire

Copyright © 2014 Dunod.

12.14 X10, un précurseur en CPL

Il a été développé fin des années 1970 par la société écossaise Pico Electronics Ltd. et se base sur la transmission par CPL (courant porteur en ligne) : un signal basse tension (2,5 V) est superposé au courant 110, 220, 230 ou 240 V selon les pays. Il peut être considéré comme le premier « standard » *smart home*.

Ce signal contient principalement les adresses en deux parties (maison – *house code* – et unité – *unit code*) ainsi que la commande à effectuer. La transmission de chaque bit 1 d'adresse et de commande dure 1 ms (à une fréquence de 120 kHz) et commence après le passage par zéro (figure 12.60). Un bit 0 est représenté par l'absence de signal. La séquence d'adressage de 12 bits (ou *frame*) commence par un signal (code 1110) indiquant l'arrivée d'une commande et est répétée successivement deux fois.

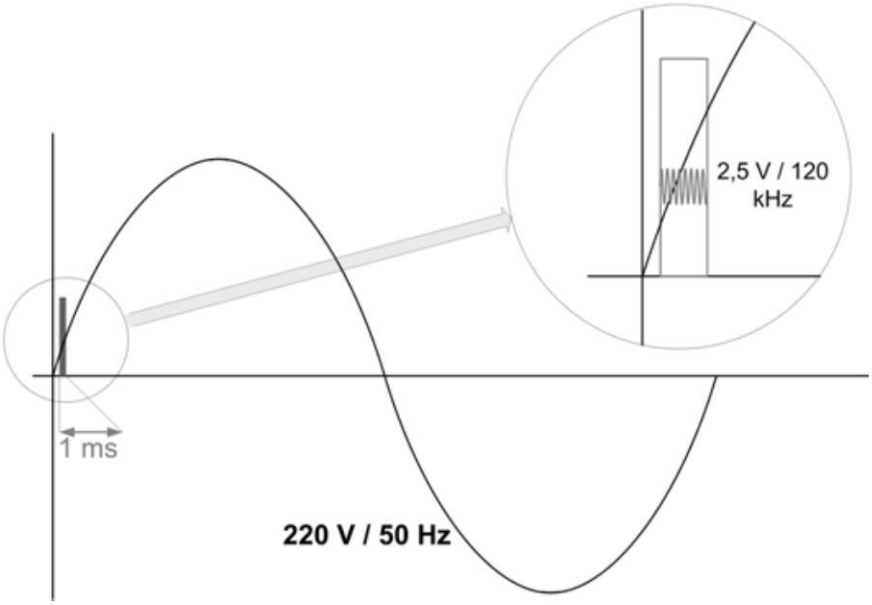


Figure 12.60 Signal X10 (exemple bit 1)

12.14.1 Modules X10

Un module émetteur doit être configuré pour émettre une commande en précisant les deux adresses sur le boîtier (256 options possibles). Ce peut être un bouton-poussoir, un détecteur de présence ou de mouvement ou un boîtier de télécommande.

Un module récepteur X10 correspondant (exemple figure 12.61) relié au secteur (câble ou prise) est aussi réglé sur le même code.

Les commandes sont envoyées soit par l'intermédiaire de contrôleurs dédiés, soit par un ordinateur (logiciels spécifiques tournant sous différents systèmes d'exploitation) avec une interface X10 (RS232 ou USB). Les contrôleurs peuvent être programmés

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

par ordinateur, puis fonctionner de façon autonome. Certains peuvent être aussi activés par une télécommande radio ou infrarouge.



Figure 12.61 Module X10 pour équipement domestique
Source : Powerhouse

12.14.2 Avantages

Les avantages sont les suivants :

- faible coût, surtout aux États-Unis ;
- longue expérience ;
- technologie souple et simple.

12.14.3 Limitations

Les commandes X10 transitant par le réseau électrique peuvent être perturbées par des parasites créés par les appareils branchés (réfrigérateur, lave-vaisselle…). Une protection contre ces parasites est l'utilisation de filtres pour brancher ces appareils domestiques au secteur.

L'autre problème lors de la transmission des commandes est le décalage de phase entre émetteur et récepteur empêchant la réception. Un coupleur de phase (Signa-Linc, par exemple) permet d'éviter ce phénomène.

Les commandes sont transmises l'une après l'autre (deux commandes ne peuvent circuler dans le réseau électrique) et aucun système ne gère les collisions (plusieurs commandes émises en même temps). De plus, la transmission d'une seule commande nécessite presque une seconde, d'où le risque important de collisions si plusieurs commandes sont envoyées dans l'intervalle d'une seconde.

X10 est un standard (en fait un des premiers pour *smart home*), mais pas une norme internationale. De plus, les modules sont souvent développés pour le réseau américain (110 V et 60 Hz) et les fonctionnalités disponibles peuvent être limitées.

Copyright © 2014 Dunod.

X10 : un premier standard simple, mais limité

Les applications permises par les modules du protocole X10 ont ouvert la voie à une automatisation de certaines fonctions domestiques de l'habitat. La technologie CPL ne nécessite aucun câblage supplémentaire, et le codage des adresses des émetteurs X10 et récepteurs correspondants est intuitif. Le faible coût des équipements explique son succès, surtout aux États-Unis (on estime que plus de 10 millions de foyers utilisaient ou utilisent des modules X10). Cependant, les protocoles plus récents utilisant la transmission par CPL offrent une fiabilité et des fonctionnalités améliorées, ce qui explique la perte d'importance de X10, adapté malgré tout si l'on accepte ses limitations.

12.15 digitalSTROM, un CPL amélioré

Il s'agit aussi d'un ensemble équipements/protocole sans installation physique spécifique (ni fil ni radio) développé par la société **aizo AG** fondée en 2004 ayant son siège à Zurich. Il utilise les courants porteurs (CPL) pour communiquer. En 2007, l'association digitalSTROM Alliance est créée. Elle intègre des sociétés, laboratoires qui agissent pour la promotion, l'utilisation et/ou le développement de cette technologie.

12.15.1 Modules de base

L'unité de base est un mini-module de couleur (figure 12.62) variant selon le type de fonction à assurer.

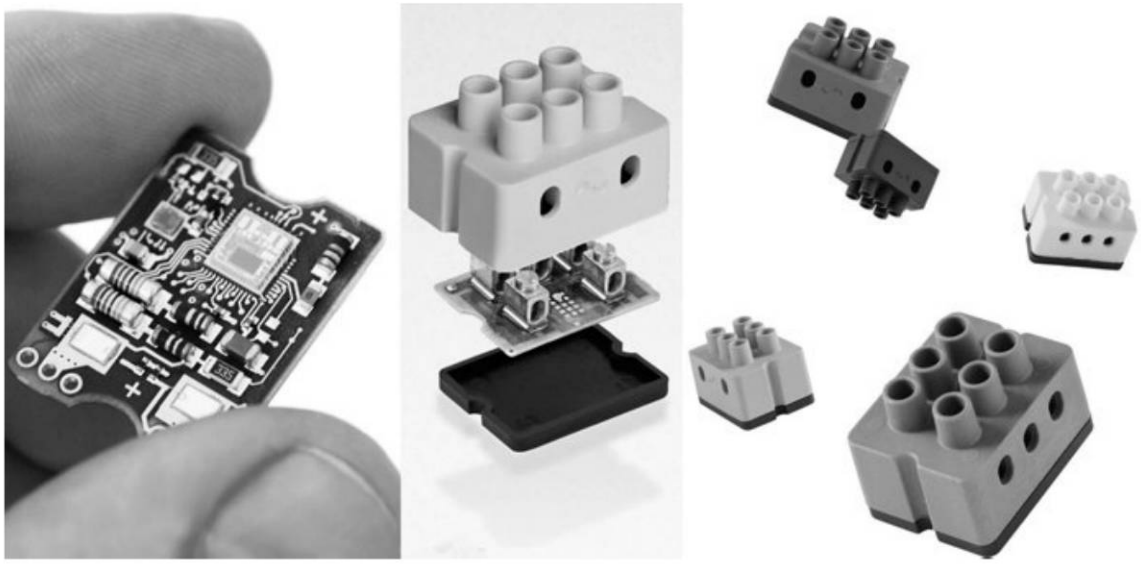


Figure 12.62 Exemple de module digitalSTROM
Source : digitalSTROM

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Chaque module comprend un circuit électronique **alimenté directement sous 220/230 V** assurant la communication et l'exécution de la commande transmise. Un module réagit selon le type d'activation par l'utilisateur. Pour un bouton-poussoir contrôlant l'éclairage, par exemple, plusieurs modes sont préprogrammés :

- simple clic : allumer ou éteindre ;
- maintien : variation d'intensité ;
- double clic : lancement d'une scène programmée ;
- triple clic : lancement d'une autre scène programmée.

Il est possible de redéfinir des actions s'activant par double ou triple clic avec cependant la nécessité d'avoir une cohérence dans l'habitat, sinon le système devient inutilisable : l'utilisateur ne sait plus quelle action est déclenchée par un double ou triple clic dans la chambre, le séjour ou la cuisine : cette option ne facilite pas une utilisation simple.

Des fonctions malgré tout limitées

Si chaque couleur correspond théoriquement à une utilisation spécifique, cela ne signifie pas que tout équipement domestique pourra être contrôlé par le module correspondant. Le module magenta correspondant à l'application vidéo ne pourra pas contrôler un équipement vidéo (téléviseur, lecteur, récepteur TNT ou satellite) mais uniquement le mettre en route ou l'arrêter.

12.15.2 Principe de fonctionnement

Contrairement à d'autres systèmes utilisant les courants porteurs et modulant la fréquence secteur, digitalSTROM crée deux microcoupures à une tension de ± 30 V représentant deux bits (figure 12.63). Ceci permet d'envoyer les différentes commandes pour chaque module. Le débit maximal est de 200 bits/s.

Le signal retour est aussi transmis selon le même principe avec deux fenêtres définies.

12.15.3 Réseau digitalSTROM

Composants

Chaque équipement à contrôler est relié au secteur par un module et chaque bouton-poussoir activant un équipement est aussi connecté au secteur. Les modules devant fonctionner ensemble (« émetteur » et « récepteur ») sont appariés. Le réseau (figure 12.64) comporte en plus des modules « **maîtres** » ou compteurs (dSM ; M pour *Meter*), généralement installés dans le tableau électrique, qui établissent la communication avec les différents modules et mesurent la puissance électrique.

Copyright © 2014 Dunod.

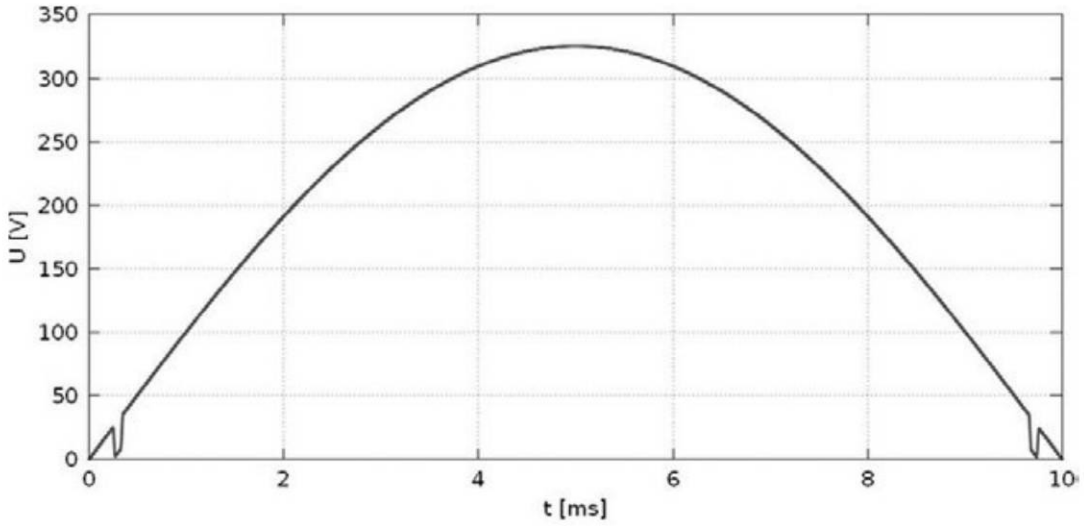


Figure 12.63 Transmission des données digitalSTROM

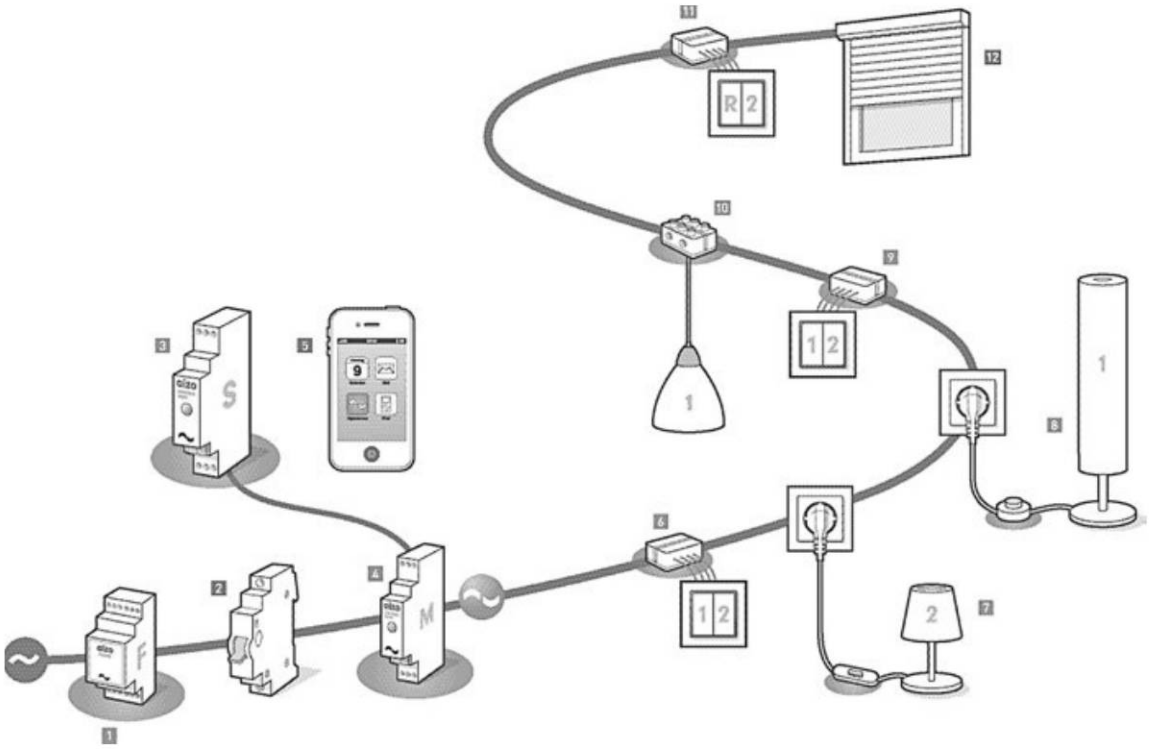


Figure 12.64 Exemple de commandes possibles avec digitalSTROM
Source : digitalSTROM

À la mise en service, le module dSM détecte et enregistre tous les modules installés sur la partie du réseau électrique qu'il contrôle ; il est recommandé d'en installer généralement un par boucle, donc un par pièce ou par zone précise d'une pièce, comme un séjour avec zones repas, salon et multimédia. Un module **serveur** (dSS) relie le réseau digitalSTROM à un réseau local ou à Internet par un routeur. Le serveur dispose d'une interface Ethernet et nécessite une alimentation dédiée.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

12.15.4 Des équipements compatibles limités

Tout **bouton-poussoir** secteur peut être équipé d'un module digitalSTROM pour piloter un équipement électrique.

Une **prise universelle** commandée, équipée d'un module digitalSTROM, peut mettre en route ou arrêter tout équipement électrique branché à cette prise.

La société Eberle GmbH propose des **portes et fenêtres avec modules digitalSTROM intégrés**. Ceci permet d'observer le statut (ouvertes ou fermées), mais aussi de les commander (ouverture, basculement ou fermeture).

Intégration limitée de capteurs ou actionneurs

Il est possible d'intégrer tout capteur possédant une sortie en tout ou rien pouvant être reliée à un module digitalSTROM. Un détecteur de CO_2 avec une alarme à partir d'un certain seuil et une sortie pourra commander un module. L'actionneur correspondant (ici une sirène ou une alarme visuelle, elle aussi reliée au secteur par un module digitalSTROM) sera activé par le module correspondant.

Cependant, comme tout module est relié au réseau électrique, la liaison entre un capteur et le module devra être filaire, ce qui n'est pas toujours possible ou souhaité.

Une limitation en est cependant l'impossibilité à ce jour d'utiliser directement des capteurs avec un signal transmettant la valeur exacte d'une donnée (température, luminosité, humidité…).

Il n'existe que peu de fournisseurs ayant intégré un module digitalSTROM dans leur application car ces modules nécessitent une alimentation par secteur, ce qui n'est pas toujours faisable ou accepté. De nombreuses fonctions domestiques comme la gestion du chauffage, par exemple, ne sont ainsi pas directement couvertes.

12.15.5 Une structure complexe et une consommation en veille élevée

Pour tirer profit d'un système digitalSTROM, l'installation doit se composer :

- d'un serveur dSS et de son alimentation (2,5 W) avec un routeur pour l'accès Internet ;
- d'au moins un filtre dSF (0,4 W chacun) ;
- d'un module dSM par pièce ou par zone (1,8 W en veille) ;
- pour chaque application, de deux modules : un « émetteur » activé par un bouton-poussoir et l'autre récepteur auquel est branché l'équipement à contrôler (0,4 W par module en moyenne).

Copyright © 2014 Dunod.

Au final, la consommation en veille d'une installation peut atteindre plusieurs dizaines de watts.

12.15.6 Interface utilisateur

Utilisation d'un ordinateur

Pour une programmation par ordinateur, il est nécessaire d'installer un module serveur dSS qui comprend une interface Web accessible depuis l'ordinateur à partir d'un navigateur Internet. Il est possible de définir de nouveaux scénarios ou de modifier ceux existants. La fonction « quitter la maison », par défaut, éteint toutes les lampes et baisse tous les volets.

Tablette ou smartphone

Pour ces deux équipements, une App iOS (figure 12.65) est téléchargeable. Elle permet de vérifier le fonctionnement de l'installation et d'activer ou de désactiver les fonctions disponibles.



Figure 12.65 Exemple de pilotage d'une installation domestique digitalSTROM par smartphone
Source : digitalSTROM

Pas de télécommande

L'absence de passerelle radio (ou IR) utilisant le même protocole que les modules ne permet pas d'utiliser une télécommande. La seule alternative est de passer par le réseau Wi-Fi et d'utiliser un smartphone ou une tablette.

Une passerelle externe vers le protocole EnOcean a été présentée début 2014. Elle est cependant basée sur une liaison IP et non sur le protocole digitalSTROM.

Copyright © 2014 Dunod.

12.15.7 Structure d'un réseau complet

De par la structure du réseau digitalSTROM (figure 12.66) et le nombre d'étapes (ou de modules) pour atteindre l'équipement à commander, il est clair que la fiabilité dépend des nombreux équipements intermédiaires, la plupart au niveau domestique (③ à ⑦).

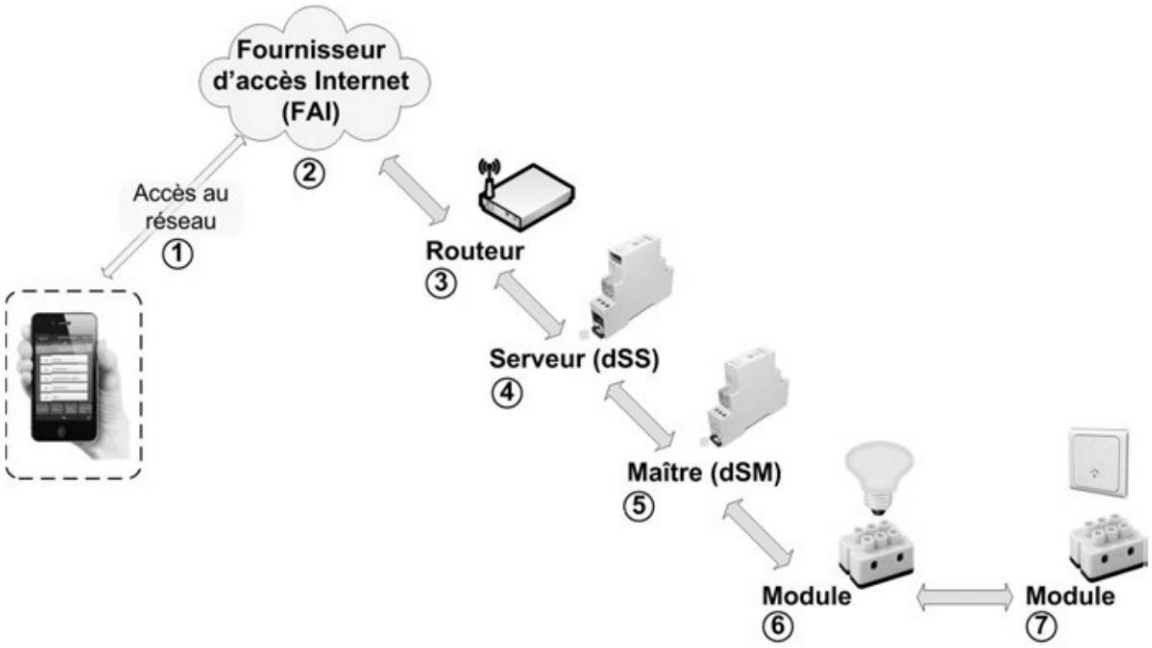


Figure 12.66 Topologie globale d'un réseau digitalSTROM

digitalSTROM : un concept simple, mais limité

Le système digitalSTROM se caractérise par :

- l'absence de câblage (utilisation du réseau électrique) ;
- la facilité d'installation (branchement des modules) ;
- les fonctions préprogrammées dans chaque module.

Il faut cependant noter que ce système présente des possibilités d'action directe limitées aux équipements reliés au secteur, d'où une disponibilité de fonctions à piloter limitée. De plus, la nécessité d'avoir de préférence un module dSM par pièce et un module dSS pour un accès à distance entraîne un coût relativement élevé. Enfin, la consommation électrique en veille très (trop) élevée pour un système complet annule une bonne partie des économies d'énergies faites par une gestion de l'éclairage. L'utilisateur ou le préconisateur devront être conscients des limitations de ce système.

Copyright © 2014 Dunod.

12.16 Box

Il s'agit de solutions clés en main basées sur un boîtier de commande et des modules assurant diverses fonctions. Certaines utilisent un protocole standard ou propriétaire ouvert (EnOcean, Z-Wave…) et ont été décrites dans les chapitres correspondants. D'autres utilisent un protocole propriétaire avec ou sans passerelle vers d'autres systèmes.

Leur utilisation, même si l'installation est facilitée par la livraison d'un système clés en main, est cependant à ramener aux fonctions que l'on souhaite utiliser, car elles ne sont pas nécessairement toutes couvertes (même celles utilisant un protocole standard) et une extension n'est pas toujours garantie ou possible.

Les box spécifiques avec protocole propriétaire

Il s'agit de kits contrôlant parfois une seule fonction (sécurité, chauffage) ou un nombre très limité de fonctions. Si la facilité d'installation et de gestion est mise en avant, l'extension à d'autres fonctions n'est souvent pas possible, les modules nécessaires n'étant pas prévus.

12.16.1 RWE SmartHome

Le fournisseur d'énergie allemand RWE propose une box déclinée en plusieurs variantes (figure 12.67), selon les modules associés. Elle est basée sur le protocole propriétaire HomeMatic de la société allemande eQ-3 et permet d'assurer les fonctions suivantes :

- bouton-poussoir à encastrer pour l'éclairage ou les volets roulants ;
- télécommande ;
- réglage de la température de radiateurs (thermostat et vanne thermostatique ou régulation pour chauffage au sol) ;
- prise commandée ;
- détection de fumée ;
- détection de mouvement ;
- détection de position de portes ou fenêtres.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 12.67 Exemple de kit RWE Smarthome
Source : RWE Effizienz

La liaison de ces modules avec une centrale se fait par radio. Les commandes se font manuellement (boutons-poussoirs ou télécommande), par smartphone (figure 12.68) ou tablette avec une App dédiée.



Figure 12.68 Commande par smartphone
Source : RWE Effizienz

L'initialisation et la programmation se font par un logiciel accessible depuis un ordinateur ou une tablette (figure 12.69).

Un accès par Internet passe obligatoirement par le serveur RWE et un abonnement.

Copyright © 2014 Dunod.

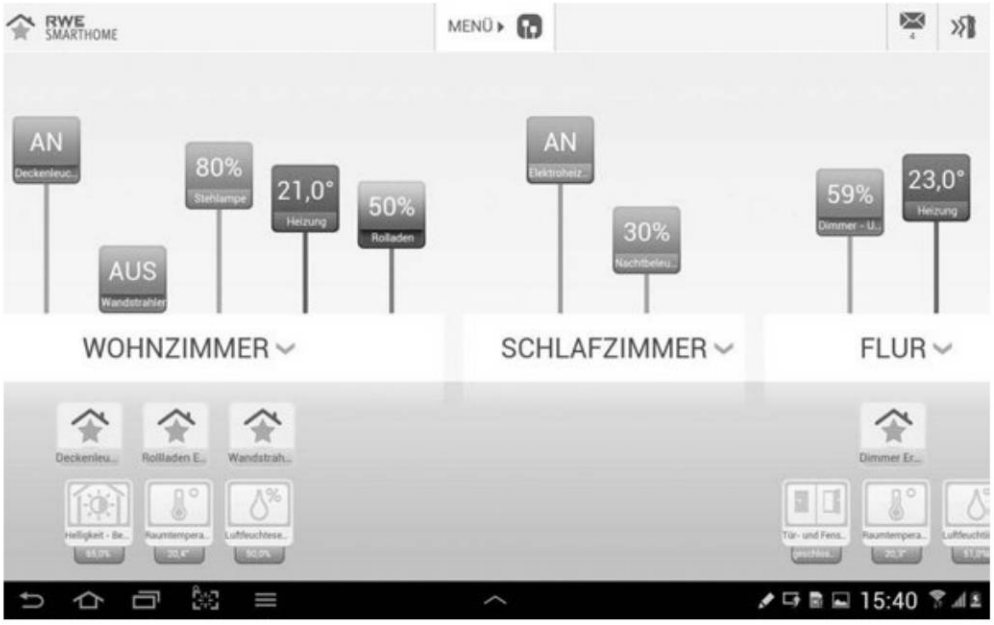


Figure 12.69 Écran de commande
Source : RWE Effizienz

12.16.2 Autres solutions

Grâce au *crowd funding* (financement collectif), de très nombreuses solutions de contrôle de certaines activités domestiques sous forme de box ou de modules autonomes sont proposées. Elles utilisent presque toutes des protocoles et des modules propriétaires. Si le coût de ces solutions est souvent relativement bas, la question est toujours celle de la pérennité de l'entreprise : y aura-t-il des développements futurs ? La société existera-t-elle dans quelques années ?

Box propriétaires : quelle garantie ?

L'installation d'une box propriétaire est à mettre en relation avec la durée de vie de l'habitat (plusieurs décennies) : la production et la commercialisation de ces systèmes peuvent être arrêtées du jour au lendemain, laissant une installation incomplète ou sans modules de rechange en cas de panne.

En 1992, la société Tefal a lancé son système Domissimo avec les fonctions de communication (Domis) et deux modules pour la surveillance (Avertis) et la commande à distance d'appareils ménagers (Ordis). Ce système ayant été arrêté, les utilisateurs se trouvent « le bec dans l'eau », n'ayant plus de possibilité d'évolution ni de composants de rechange en cas de défaillance.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

13 Systèmes multi-protocoles

Face au nombre de protocoles, qu'ils soient standards ou propriétaire, et parfois au choix par l'utilisateur d'en utiliser plusieurs selon les fonctions à gérer, l'existence de ces solutions permettant d'avoir une seule interface de pilotage peut se révéler adaptée.

13.1 Lifedomus

La société française **Lifedomus** a développé une telle plateforme. Le boîtier (figure 13.1) comporte une interface Ethernet reliée au réseau local et transmettant les commandes et informations aux systèmes de gestion domestique.



Figure 13.1 Boîtier Lifedomus
Source : Lifedomus

La programmation, la gestion et le pilotage peuvent se faire depuis n'importe quelle interface (figures 13.2 à 13.4).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 13.2 Interfaces de commande
Source : Lifedomus



Figure 13.3 Écran de configuration
Source : Lifedomus

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 13.4 Écran de gestion du site
Source : Lifedomus

De nombreux protocoles sont supportés et, pour des applications spécifiques, il est possible de passer par une interface IR, par exemple.

L'interface utilisateur (figures 13.5 et 13.6) est complètement programmable : le fond d'écran pourra être un plan ou une photo, par exemple. Les icônes (*widgets*) représentant les fonctions accessibles pourront être des icônes conventionnelles ou une représentation de l'équipement à commander (un volet roulant sera baissé ou remonté en faisant glisser le doigt sur une image, le statut d'une fenêtre – ouverte ou basculée – sera visible directement sur l'écran).



Figure 13.5 Écran utilisateur
Source : Lifedomus

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 13.6 Écran de commande multimédia
Source : Lifedomus

L'installation et la programmation sont effectuées par des professionnels formés et agréés par Lifedomus.

13.2 myGEKKO

La société italienne **Ekon GmbH** a développé avec la solution myGEKKO un système multiprotocole (EnOcean, KNX, BACnet, DALI…) basé sur un boîtier contrôleur avec écran d'affichage myGEKKO Touch ou myGEKKO Compact et des interfaces pour chaque protocole. Une prise Ethernet RS485 permet la liaison avec les différents modules.

Le pilotage des différents équipements et la transmission des données utilisant le protocole propriétaire passent par un boîtier externe avec des entrées/sorties analogiques ou numériques. Les nombreux capteurs et actionneurs compatibles proviennent de fournisseurs externes.

L'affichage et le pilotage peuvent être transférés vers un smartphone, une tablette ou un ordinateur, et un accès à distance est possible par l'intermédiaire d'un routeur ou d'un module GSM.

Copyright © 2014 Dunod.

13.3 Qivicon, une tentative allemande d'unification ?

L'opérateur de télécommunication **Deutsche Telekom** a lancé en 2012 la plateforme Qivicon, qui essaie d'unifier les produits ou solutions développés par différents fournisseurs. Si des sociétés ont manifesté leur intérêt ou font partie de cette association, cette tentative ne fait que rajouter un protocole de plus.

13.4 Autres solutions

La société lituanienne **Embedded Systems** a développé un contrôleur Re:actor (figure 13.7) équipé d'un module EnOcean et d'une connectique KNX.

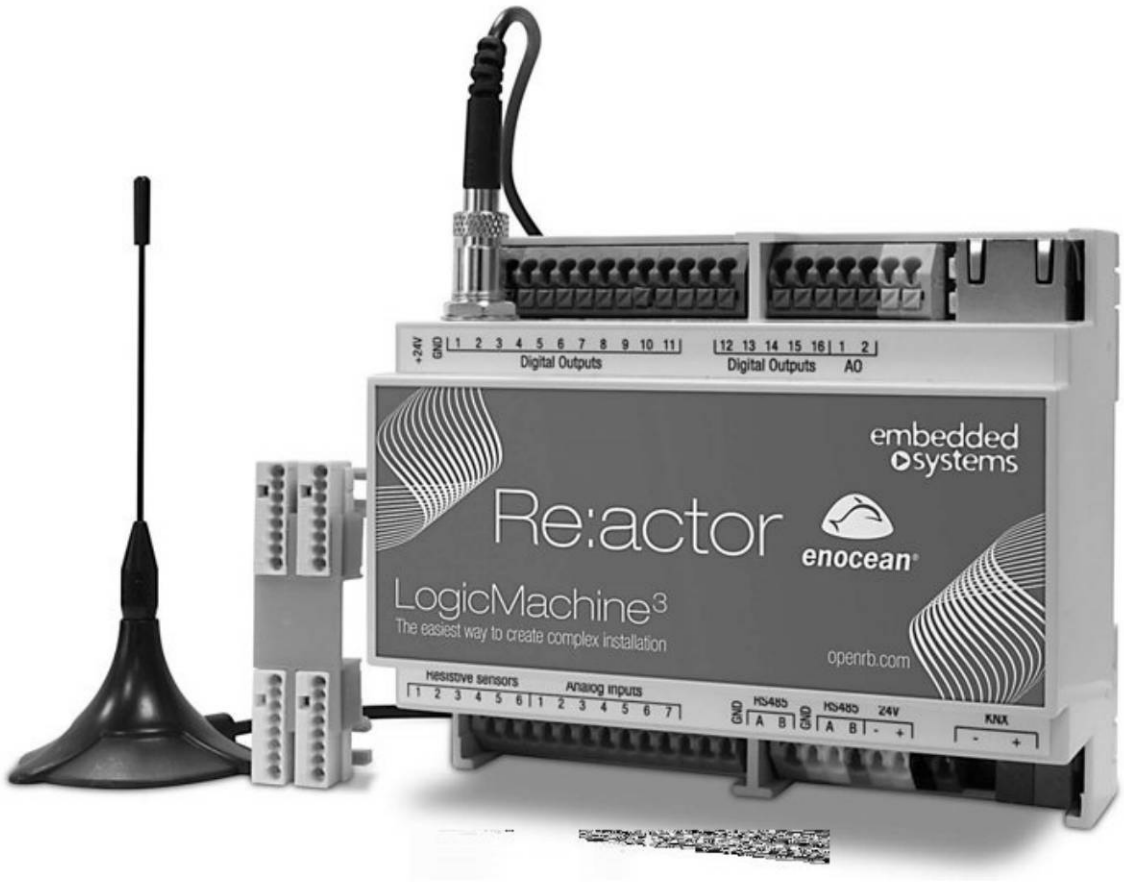


Figure 13.7 Contrôleur EnOcean et KNX Re:actor
Source : Embedded Systems

Il dispose d'entrées-sorties analogiques et numériques. Des modules externes permettent la connexion avec d'autres protocoles (BACnet, DALI…). Le logiciel est stocké dans le serveur, la visualisation et le contrôle peuvent être effectués à partir d'un ordinateur, un smartphone ou une tablette.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La société suisse **Mivune** propose aussi un contrôleur équipé de ports RS232, RS485 permettant de contrôler les modules de différents protocoles (EnOcean, KNX ou DALI, par exemple). Un logiciel permet la configuration de l'installation.

L'entreprise allemande **Homee** a développé des modules empilables compatibles EnOcean, ZigBee ou Z-Wave et adaptables à une station de base. Il est ainsi possible d'utiliser des modules compatibles avec l'un de ces protocoles.

La société française **Zodianet** avec son contrôleur ZiBase Pro permet de gérer des modules X10, Z-Wave ou EnOcean. La configuration nécessite un compte sur le site de Zodianet.

Le logiciel HomeSeer de la société américaine **HomeSeer Technologies LLC** permet de gérer une installation équipée de modules X10. Une interface intègre des modules Z-Wave ou le contrôlleur IRTrans.

Raspberry Pi : solution *open source low-cost*

Le micro-ordinateur Raspberry Pi, un développement de l'Université de Cambridge, s'est aussi implanté dans l'automatisation domestique. Des modules (matériels ou logiciels) permettent l'intégration d'équipements de différents protocoles comme KNX, EnOcean, ZigBee, Z-Wave ou DMX. S'il se caractérise par son prix modique de quelques dizaines d'euros, sa compacité et les interfaces disponibles (Ethernet, USB, HDMI), il a aussi une très faible consommation électrique, de l'ordre de 2 à 3 W, ce qui permet son utilisation comme contrôleur fonctionnant en permanence. De nombreux ouvrages, principalement en anglais, présentent les réalisations possibles, et certaines sociétés utilisent Raspberry Pi pour la gestion centrale avec commande par une App.

Solutions multi-protocoles : universalité

Cette approche permet certes d'avoir une seule interface conviviale pour piloter des équipements répondant à différents protocoles, mais il ne faut pas perdre de vue l'homogénéité de l'installation domestique où la simplicité et la fiabilité doivent être prioritaires. Ceci présuppose, si possible, le choix d'un seul protocole pour couvrir les fonctions désirées.

Ces solutions multi-protocoles utilisent aussi leur protocole propriétaire souvent fermé avec les risques éventuels associés comme la pérennité de l'entreprise ou du produit.

Copyright © 2014 Dunod.

14 Fiabilité des systèmes

Plus un système est complexe, plus les risques de dysfonctionnement augmentent. Si, dans certaines applications critiques, les systèmes sont doublés ou triplés, cela n'est pas possible pour le *smart home*, pour des raisons de coût. À ce niveau, la fiabilité sera assurée par la qualité des modules installés et de l'installation. Le protocole utilisé aura aussi une influence dans la mesure où il assure la communication (transmission des commandes ou des données, retour d'information…).

14.1 Simplicité et fiabilité

La fiabilité est la propriété du système à assurer en toutes circonstances les fonctions installées et doit caractériser un système *smart home*. Elle peut être atteinte par un système simple (ce qui ne signifie pas un système limité), qui va dépendre du protocole choisi : utiliser un seul protocole assure déjà une homogénéité de l'installation.

14.2 Quel type de défaillance accepter ?

Parmi les premières exigences, un non-fonctionnement ou un dysfonctionnement ne doivent pas mettre en danger les biens et les personnes. Il doit être possible de passer automatiquement ou manuellement en mode dégradé ou de déconnecter le système ou une partie, tout en étant maître des fonctions (pouvoir ouvrir les volets roulants soit à la main, soit par un bouton-poussoir relié directement au moteur électrique).

Un autre paramètre est l'avertissement, en cas de situation critique, par une alarme sonore, visuelle ou informatique (message vers un smartphone ou une tablette, envoi d'un SMS…).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

14.3 Une redondance ?

Les systèmes décrits sont tous basés sur l'utilisation d'une seule unité centrale (ordinateur ou dédiée) ou d'un module (bouton-poussoir, télécommande…) ainsi que d'un capteur ou actionneur par équipement à commander. Selon le système installé, il sera parfois prudent de prévoir un ou des modules de rechange pour une continuité de fonctionnement en cas de panne.

Fiabilité et simplicité : longévité de la sonde spatiale *Voyager 1*

« *Small is beautiful* » écrivait Schumpeter en se référant à la structure industrielle. La sonde spatiale américaine *Voyager 1*, lancée en septembre 1977 et explorant le système solaire avant de le quitter, continuait à fonctionner en 2013, soit 36 ans après son lancement. Un exploit de l'électronique, mais aussi une redondance et une simplicité adaptées. Trois ordinateurs dédoublés assurent les différentes fonctions et disposent d'une mémoire totale de 32 kbits seulement ! Près de 10 % de cette mémoire contiennent des algorithmes de protection contre les erreurs.

S'il n'est pas nécessaire d'avoir ce niveau de protection, l'expérience de *Voyager 1* montre qu'un système fiabilisé peut avoir une longue durée de vie.

Il faut se rappeler que l'habitat est généralement construit pour durer en moyenne plus de 50 ans et une chaudière plus de 20 ans. Il n'est pas concevable d'avoir à changer son système d'automatisation, surtout si celui est complexe, après quelques années comme cela est le cas dans les domaines de l'informatique ou du multimédia, par exemple, d'où la nécessité d'avoir une installation fiable et un protocole pérenne.

Copyright © 2014 Dunod.

15 Comparaison des systèmes

Les systèmes d'automatisation domestique se différencient par le protocole mais aussi par le type de gestion (centrale ou décentralisée), de liaison (filaire ou radio), d'alimentation des modules (piles, secteurs, récupération d'énergie) et des fonctions couvertes.

15.1 Caractéristiques

Le tableau 15.1 compare les caractéristiques principales de quelques protocoles.

Tableau 15.1 Comparaison de quelques protocoles

Système	Communication	Standard international	Fonctions
KNX	Câble dédié, radio…	ISO/IEC 14543-3	Très large éventail
ZigBee	Radio	IEEE 802.15.4	Très large éventail
EnOcean	Radio	ISO/IEC 14543-3-10	Très large éventail
Z-Wave	Radio	Partiel	Très large éventail
X10	CPL	Non	Équipements reliés à une prise secteur
digitalSTROM	CPL	Non	Équipements reliés à une prise secteur
Insteon	CPL + radio	Non	Large éventail
LCN	Câble secteur dédié, IR, radio	Non	Très large éventail
Crestron	Câble Ethernet ou dédié, radio	Non	Très large éventail. Multimédia
Control4	Ethernet, radio	Non	Très large éventail. Multimédia
Somfy	Radio	Non	Très large éventail
…			

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

15.2 Aspects énergétiques : consommation de piles et en veille

La plupart des protocoles standards ou solutions propriétaires radio utilisent des piles pour certains modules. De plus, les serveurs ou centrales reliés au secteur ont aussi une consommation électrique en veille parfois non négligeable. Cet aspect peut être considéré comme une nuisance (piles à changer et à recycler) ou une réduction des gains énergétiques à cause d'une consommation électrique accrue.

Réglementation européenne de la consommation en veille

La Commission européenne a voté le règlement (CE) n° 1275/2008 sur la limitation de la consommation en veille de certains appareils (électroménager, certains équipements informatiques ou multimédias). Depuis janvier 2013, les valeurs maximales suivantes sont à respecter :

- mode arrêt (off mode) : 0,5 W ;
- mode veille (standby mode) : 0,5 W ;
- mode veille avec affichage : 1 W.

Cependant, ce texte ne prenait pas en compte les produits connectés à un réseau qui n'entraient pas vraiment en veille, comme les routeurs ou les serveurs, par exemple. Le nouveau texte tient compte de cette catégorie qui prend de plus en plus d'importance et prévoit une consommation maximale de :

- 6 W en veille normale et 12 W en veille avec éveil rapide (HiNA – High Network Availability) à partir de janvier 2015 ;
- 3 et 8 W respectivement à partir de janvier 2017 ;
- 2 W en veille normale à partir de janvier 2019.

15.2.1 Habitat type pour simulation

Pour évaluer le nombre de piles et/ou la consommation en veille, un habitat type pour une famille de 4 personnes (2 adultes et 2 enfants) est simulé (figure 15.1). Les fonctions *smart home* couvertes sont :

- l'éclairage ;
- la sécurité (détecteur de présence et de fumée) ;
- le chauffage (radiateurs avec vanne thermostatique pilotée) ;
- position des portes et fenêtres ;
- commande des volets roulants ;
- commande de certaines prises (multimédia, électroménager…).

Copyright © 2014 Dunod.

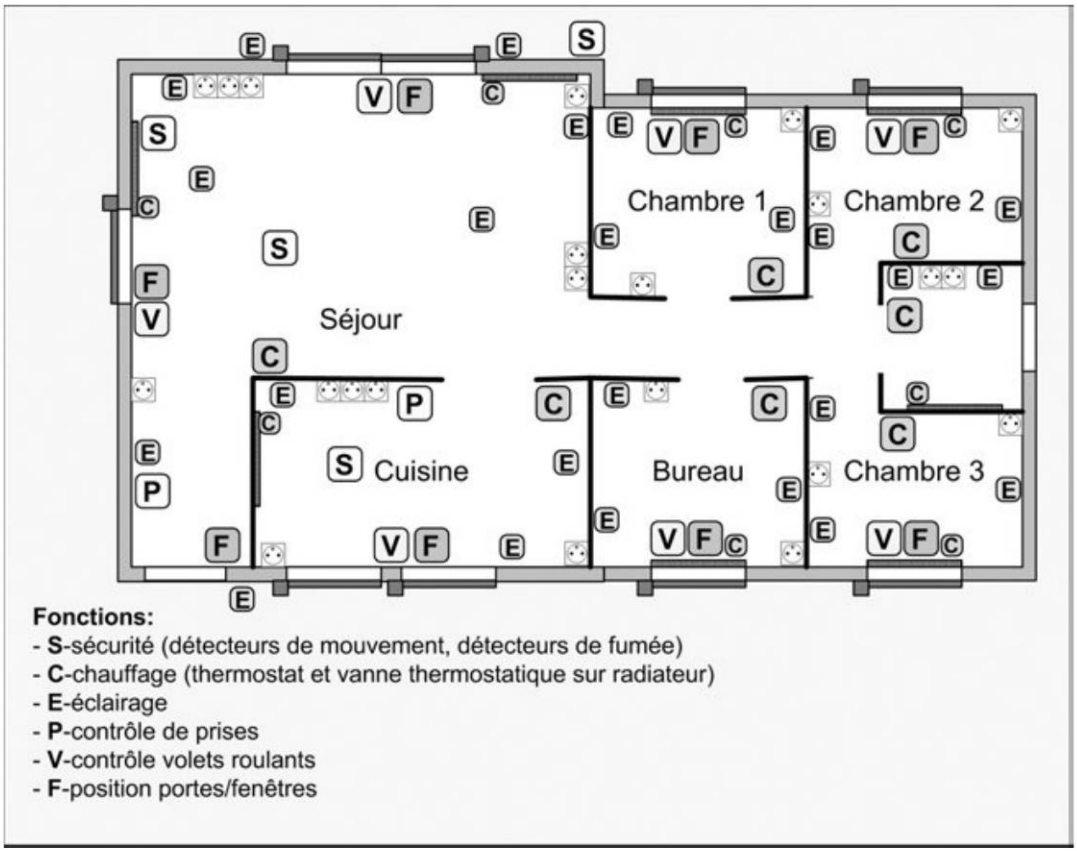


Figure 15.1 Habitat type pour simulation d'utilisation de piles et/ou de consommation en veille

Les fonctions décrites nécessitent pour cet habitat :

- 3 détecteurs de présence ou de mouvement (deux internes et un externe) ;
- 7 thermostats pour le pilotage de 8 vannes de radiateurs ;
- 2 détecteurs de fumée (cuisine et couloir) ;
- 25 lampes LED ;
- 10 contrôles de prise (audio, vidéo, électroménager…) ;
- 7 commandes de volets roulants ;
- 8 détecteurs de position de porte ou fenêtre ;
- 10 boutons-poussoirs pour commande manuelle (éclairage, volets roulants…).

15.2.2 Consommation de piles

Les systèmes décrits peuvent se diviser en trois catégories :

- communication uniquement par CPL : pas de piles utilisées ;
- communication radio conventionnelle : piles sur certains modules émetteurs ;

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

- communication radio avec récupération d'énergie (*energy harvesting*) : pas de piles sur la plupart des modules émetteurs.

Le tableau 15.2 montre à titre d'exemple une comparaison entre un système avec modules récupérant l'énergie (EnOcean) et une solution avec piles.

Tableau 15.2 Nombre de piles en fonction du système (radio)

Système	Nombre de modules	EnOcean avec récupération d'énergie	Système radio conventionnel (RWE SmartHome, ZigBee, Z-Wave...)
Détecteurs de mouvement	2	0	6 × AA
Détecteurs de fumée	2	0	6 × AA
Capteur de position de portes et de fenêtres	8	0	16 × AAA
Thermostat	7	0	14 × AA
Vanne thermostatique	8	0	21 × AA
Prises commandées	8	Secteur	Secteur
Contrôle des prises murales	10	Secteur	Secteur
Bouton-poussoir autonome	4	0	9 × CR2032
Bouton-poussoir secteur	6	Secteur	Secteur
Contrôle des lampes	25	Secteur	Secteur
Volets roulants	7	Secteur	Secteur
Télécommande	1	0	2 × AAA
Total			**74 piles**

Même si la durée des piles dépasse un an, leur nombre et les modèles différents ne facilitent pas la gestion. De plus, du point de vue écologique et financier, cela représente une pollution et un coût qui ne sont pas à négliger.

Piles ou batteries ?

Les piles standards fournissent une tension de 1,5 V (ou 9 V), mais les batteries, qui seraient une solution plus écologique, avec une recharge permettant une durée de vie de plusieurs dizaines ou centaines de cycles, n'ont qu'une tension de 1,2 V. Elle est parfois insuffisante pour alimenter certains modules. Il faudra donc vérifier la compatibilité des modules émetteurs avec ce type de batterie.

Copyright © 2014 Dunod.

15.2.3 Consommation en veille

Pour les équipements et modules alimentés par le secteur, l'autre aspect énergétique à considérer est la consommation électrique en veille et en fonctionnement. Le tableau 15.3 donne un exemple de consommations en veille comparées (les valeurs sont uniquement indicatives car elles varient avec le choix des modules).

Tableau 15.3 Consommations en veille comparées
Source : Données fournisseurs

Système	Nombre de modules	KNX, LCN	EnOcean	RWE SmartHome	DigitalSTROM
Protocole		Câble, CPL	Radio	Radio (box)	CPL
Détecteurs de présence	2	Piles	0	Piles	ND
Détecteurs de fumée	2	Piles	0	Piles	2 × 0,5
Capteur de portes et fenêtres	8	Piles	0	Piles	ND
Thermostat	7	Piles	0	Piles	ND
Vanne thermostatique	8	8 × 0,5 W	0	Piles	ND
Prises contrôlées	8	8 × 0,5 W	8 × 0,5 W	8 × 0,5 W	8 × 0.5
Contrôle des prises murales	8	8 × 0,5 W	8 × 0,5 W	8 × 0,5 W	8 × 0,5
Bouton-poussoir autonome	4	Piles	0	Piles	ND
Bouton-poussoir secteur	6	6 × 0,5 W	6 × 0,5 W	6 × 1 W	6 × 0,5
Contrôle des lampes	25	8 × 0,5 W	25 × 0,5	25 × 0,5 W	25 × 0,5
Volets roulants	7	8 × 0,5 W	7 × 0,3 W	7 × 0,5 W	7 × 0,5
Centrale(s)	1	5-15 W	4 W	1 W	17,9
Consommation totale		**24-34 W**	**29,6 W**	**31 W**	**45,9 W**
Consommation annuelle		**210-297 kWh**	**259 kWh**	**271 kWh**	**402 kWh**

« ND » signifie un module non disponible.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Des mesures préliminaires

Parfois déjà élevée en veille, la consommation en fonctionnement est encore plus importante et va dépendre des modules et équipements à piloter. Avant de considérer l'aspect économies d'énergie atteintes uniquement avec une automatisation de l'habitat, il faudra faire un bilan en examinant les secteurs où des économies notables seront atteintes sans attendre un système *smart home* : éclairage ou équipement électroménagers performants, chauffage efficient, isolation, double ou triple vitrage… De cette façon, l'augmentation de consommation électrique sera déjà compensée.

Copyright © 2014 Dunod.

D

GESTION DES FONCTIONS

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

16 Classification des fonctions

Dans un *smart home*, de nombreuses fonctions de la vie quotidienne peuvent être gérées par une automatisation domestique. Cela implique des équipements compatibles directement ou indirectement avec le protocole du système installé. Le choix des fonctions à contrôler et l'interaction de l'utilisateur se feront selon le type de fonction et le degré d'intervention souhaité.

Les fonctions de base directement intégrées aux différents protocoles ont été décrites précédemment. Seules celles non prises en charge directement ou que partiellement seront présentées en détail dans ce chapitre.

16.1 Critères de sélection

La classification peut se faire en fonction de nombreux critères, par exemple une catégorisation par importance pour l'habitat ou les occupants.

Les principales catégories peuvent être :

- énergies : électricité, gaz, bois, granulés… ;
- hygiène : lavage, nettoyage, ventilation… ;
- alimentation (électroménager…) : cuisson, conservation ;
- confort : éclairage, chauffage, rafraîchissement, multimédia… ;
- sécurité : biens et personnes ;
- assistance : équipements pour personnes âgées ou handicapées, par exemple.

Cependant, certaines fonctions peuvent appartenir à plusieurs catégories, comme l'éclairage : réduire la consommation (énergie), assurer un éclairage adapté (confort), sécuriser les lieux obscurs ou avoir une veilleuse dans un couloir ou une pièce la nuit (sécurité et/ou assistance).

Les fonctions seront simplement classées selon l'utilisation principale et le tableau 16.1 montre certaines interrelations possibles.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Tableau 16.1 Liste et interrelations de certaines fonctions

Fonction	Énergie	Confort	Sécurité	Assistance	Hygiène	Alimentation
Alimentation électrique	X	X	X	X	X	X
Éclairage	X	X	X			
Chauffage	X	X				
Ventilation	X	X			X	
Électroménager	X	X	X			X
Détecteur de fumée			X			
Détecteur de mouvement			X	X		
Qualité de l'air		X	X		X	
Audio		X	X	X		
Vidéo		X	X	X		
…						

Un classement ouvert

Il faut cependant relativiser tout classement : une fonction ou un équipement qui n'assureront qu'un meilleur confort pour une personne peut être indispensable pour une autre ayant un handicap, par exemple.

16.2 Lien entre ces fonctions et le *smart home*

Quelques fonctions mentionnées ci-dessus vont être présentées en détail. Le facteur commun à tous les éléments sera leur habilité à être intégrés au réseau domestique avec le même protocole de communication directement ou par une passerelle.

Ces fonctions et les équipements les assurant seront, dans la mesure du possible, choisis dans une approche cohérente avec les critères définis pour l'habitat dans le chapitre précédent (soutenable et à consommation la plus faible, par exemple).

Qu'il soit standard ou propriétaire, chaque protocole propose une ou plusieurs solutions pour piloter ou commander ces fonctions. Ne seront décrits que quelques exemples caractérisés par leur simplicité ou leur originalité.

Copyright © 2014 Dunod.

17 Équipements domestiques intégrables au *smart home*

Si de nombreuses fonctions domestiques, comme le contrôle de l'éclairage ou des volets roulants, peuvent être assurées par des modules disponibles, d'autres ne pourront l'être qu'en passant par une passerelle dédiée ou une application externe compatibles avec un des protocoles *smart home*. Seules quelques applications sont à ce jour disponibles.

17.1 Chauffage

S'il est possible d'utiliser des thermostats faisant partie du système *smart home* pour contrôler la température d'une pièce, les chaudières demeurent, pour la plupart, hors du domaine des équipements pouvant être intégrés directement au *smart home*.

La société allemande **Viessmann** propose cependant une passerelle permettant d'intégrer certaines chaudières équipées du contrôleur Vitogate (figure 17.1) au protocole KNX en utilisant le logiciel ETS.



Figure 17.1
Interface Vitogate vers réseau KNX (EIB)
Source : Viessmann

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le pilotage de l'installation (figure 17.2) peut se faire par une télécommande dédiée (figure 17.3), une App (figure 17.4) ou par le réseau KNX. Le réglage de l'installation peut être simplifié en utilisant des vannes thermostatiques radio (Kieback&Peter avec protocole EnOcean, par exemple)

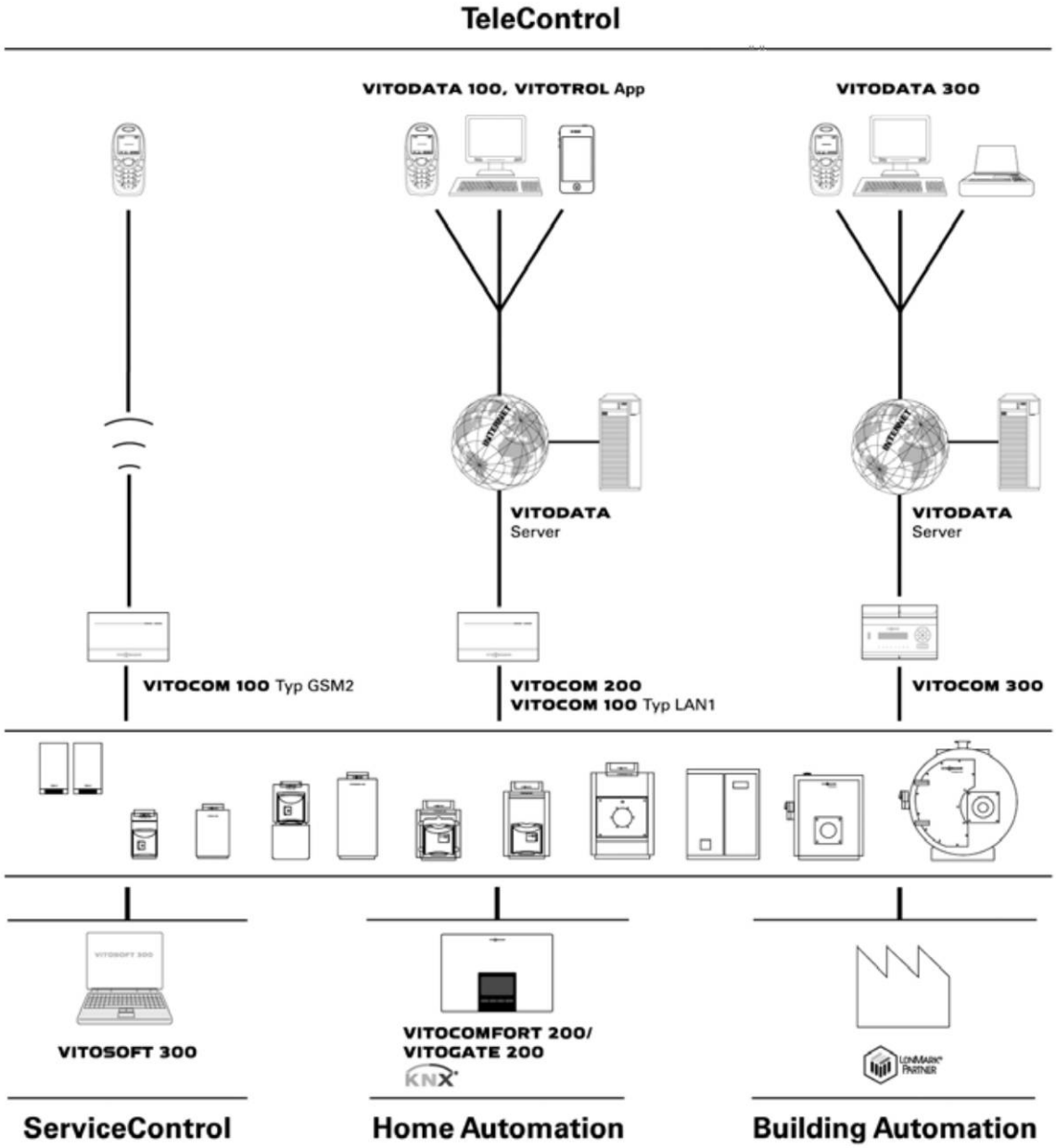


Figure 17.2 Système de pilotage de chaudières Viessmann
Source : Viessmann

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 17.3 Télécommande de contrôle et de programmation d'une chaudière
Source : Viessmann



Figure 17.4
Accès à distance par smartphone
Source : Viessmann

Le fabricant autrichien **ÖkoFEN** a développé une interface globale de commande pour certaines de ses chaudières à granulés (figure 17.5).

Une commande radio Pelletronic Touch (figure 17.6) ou une App pour smartphone ou tablette (figure 17.7) permettent de piloter ou programmer la chaudière dans l'habitat ou par Internet.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

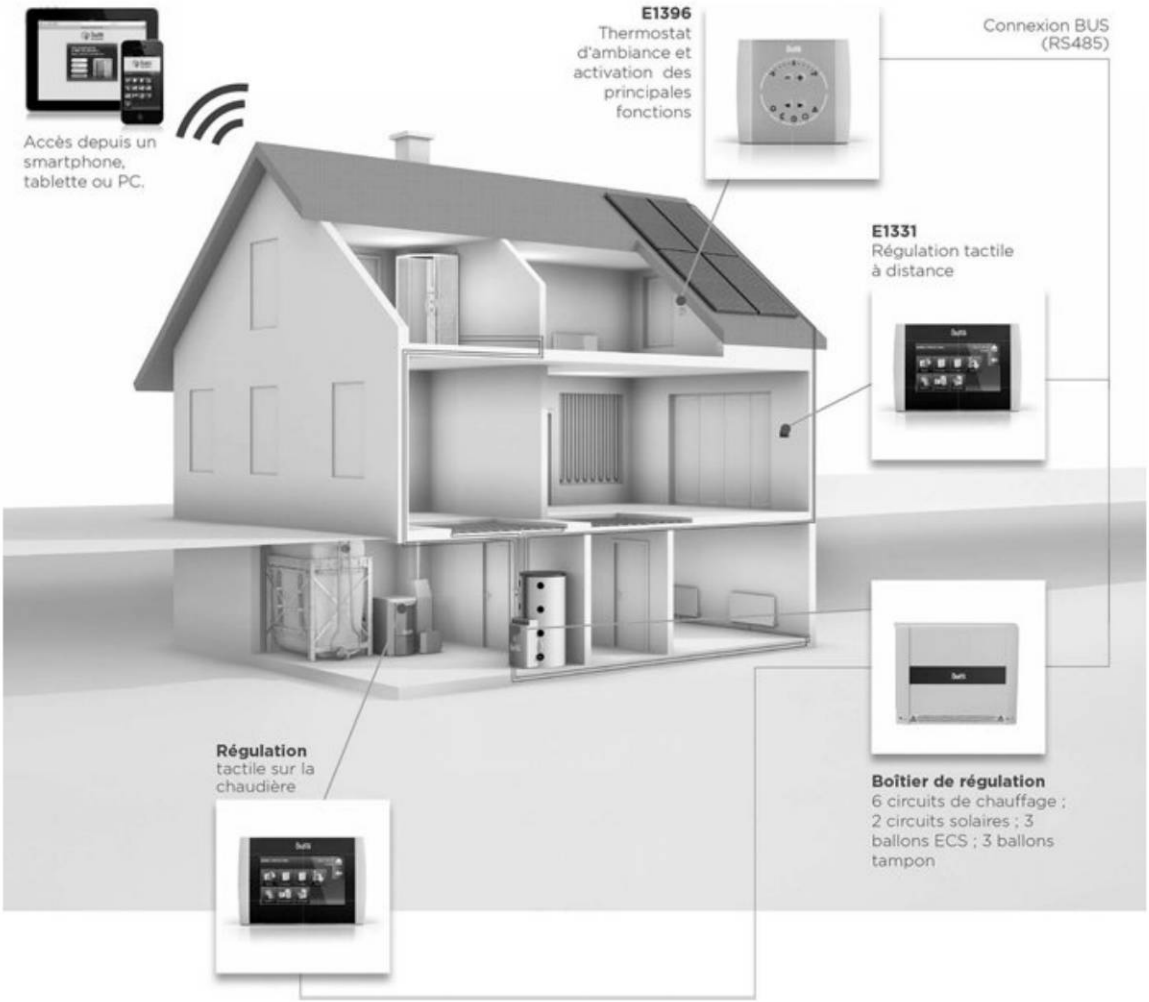


Figure 17.5 Pilotage et contrôle d'une chaudière à granulés
Source : ÖkoFEN



Figure 17.6 Commande radio pour chaudière à granulés
Source : ÖkoFEN

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 17.7 Interface de contrôle à distance d'une chaudière à granulés
Source : ÖkoFEN

D'autres fournisseurs de chaudière comme Buderus ou Weishaupt ont cependant leur propre protocole. Certains poêles peuvent aussi être commandés par une App et le niveau d'interaction et d'information varie en fonction des constructeurs : certains poêles à granulés peuvent être démarrés ou arrêtés à distance.

17.2 Électroménager

Les années 1990 ont vu apparaître les premiers équipements électroménagers intégrés à une gestion de l'habitat (General Electric). Depuis, de nombreuses sociétés se sont engagées dans cette voie et proposent différentes solutions.

Qu'attendre de l'électroménager connecté ? Les fonctions principales sont la gestion de l'énergie pour certains et/ou le confort d'utilisation pour d'autres. Quels appareils peuvent/doivent être reliés au réseau du *smart home* ? Idéalement, ceux énergétiquement « gourmands » (réfrigérateur, congélateur, lave-linge, lave-vaisselle, hotte…) devraient l'être en priorité.

17.2.1 Exemples d'équipements

La société allemande **Miele** avec son concept Miele@home (présenté en 2004) propose un module installé dans chacun des équipements pouvant le recevoir (lave-linge, lave-vaisselle, four…). Ces équipements communiquaient entre eux par CPL pour la première génération, puis Miele est passé en 2013 au protocole ZigBee. Un contrôleur central transmet les informations et reçoit les commandes par réseau Wi-Fi (ou Internet). Il est, par exemple, possible d'avoir un statut des équipements connectés (figure 17.8) sur smartphone.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 17.8 Affichage des informations sur le statut de l'électroménager connecté
Source : Miele

Le système Miele@home peut être intégré au protocole KNX par l'interface/écran BuschComfortPanel de la société Busch-Jaeger (figure 17.9), permettant ainsi de connecter cet électroménager à d'autres équipements de l'habitat (sécurité incendie, par exemple).



Figure 17.9 Électroménager et écran de visualisation et commande
Source : Miele

Copyright © 2014 Dunod.

Une autre application est la liaison entre une plaque de cuisson et une hotte (figure 17.10) avec un fonctionnement automatique de cette dernière, en liaison avec le fonctionnement d'une ou des plaques de cuisson.

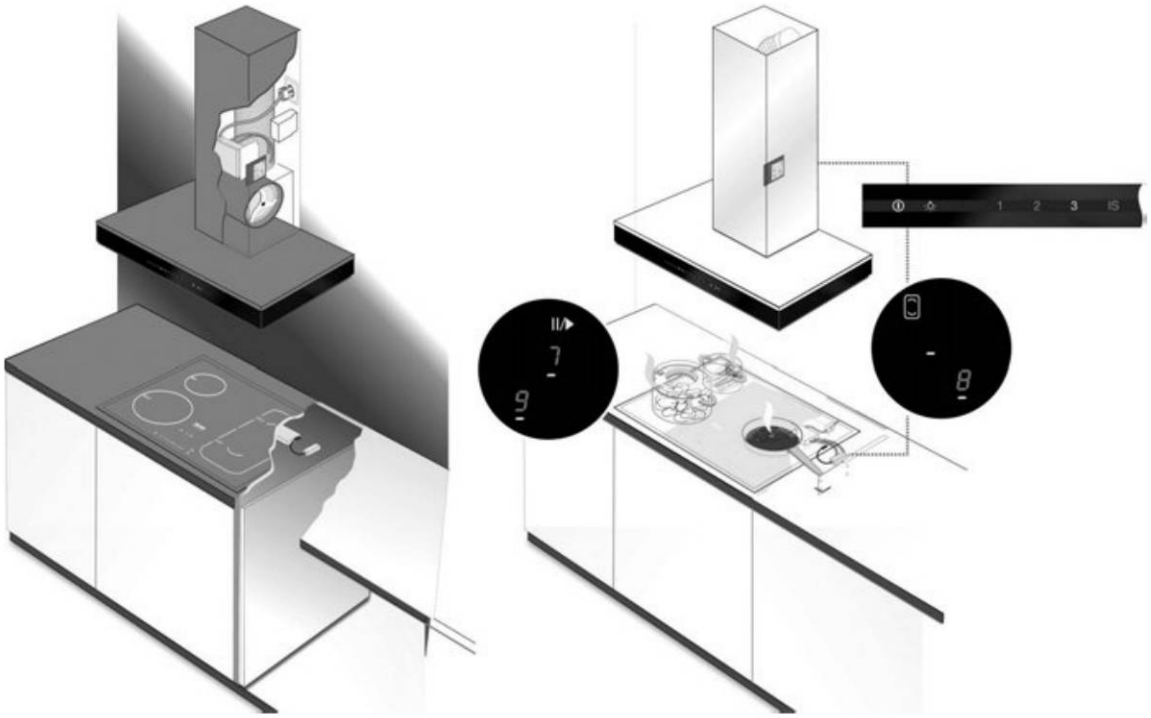


Figure 17.10 Hotte et plaque de cuisson connectées
Source : Miele

La société **Siemens** avait expérimenté en 2003 son concept serve@Home avec des modules intégrables à certains équipements électroménagers. Le concept homeConnect présenté en 2011 couvre aussi bien la gestion de l'électroménager (fonctionnement, diagnostic, intervention à distance…) que d'autres fonctions de l'habitat.

Équipements SG Ready (*smart grid*)

Ce concept se base sur l'utilisation optimale de l'électricité, c'est-à-dire celle où le prix du kilowatt est le plus bas dans la journée. Cela suppose que les fournisseurs d'énergie puissent transmettre cette information au *smart meter*, qui la relaie à une centrale où l'utilisateur a programmé ce paramètre pour la mise en route d'équipements gros consommateurs comme le lave-linge ou le lave-vaisselle. Cependant, peu de fournisseurs arrivent à moduler le prix de l'électricité au cours d'une journée pour le transmettre à l'utilisateur final.

Copyright © 2014 Dunod.

Le fournisseur d'énergie italien **Enel** a lancé le projet Energy@home incluant tous les équipements reliés au réseau électrique. Pour l'électroménager, **Electrolux** et **Indesit** ont expérimenté des lave-linge avec suivi des consommations d'électricité. L'objectif était de lier la période de fonctionnement au prix de l'électricité. La communication utilisait le protocole ZigBee. Indesit avait lancé en 2010 la ligne Green@home comportant un lave-vaisselle, un lave-linge, un réfrigérateur et un four connectés par CPL.

La société **Whirlpool** avec sa gamme 6th Sense Live propose des équipements électroménagers (réfrigérateur, lave-vaisselle, lave-linge et sécheur) qui, connectés au réseau électrique faisant partie d'un *smart grid*, peuvent gérer la mise en route en fonction des informations diffusées par le fournisseur d'énergie. Ces équipements sont aussi reliés au réseau Wi-Fi et une App permet la commande, la visualisation à distance et l'envoi de messages d'alerte (porte du réfrigérateur ouverte).

La cuisine intégrée des années 1950

La société Whirlpool a, dès les années 1950, présenté un concept global de cuisine (Whirlpool Miracle Kitchen) illustré par un film. L'automatisation, disponible aujourd'hui ou projetée pour demain, y est déjà présentée :

- visualisation sur écran (y compris la surveillance vidéo) ;
- commande centralisée par interrupteurs ;
- commande « tactile » en passant la main à certains endroits pour activer certaines fonctions ;
- ergonomie (tiroirs bas motorisés horizontalement et verticalement ;
- …

Aux États-Unis, les sociétés Sub-Zero et Wolf ont développé des équipements électroménagers compatibles avec le système Control4.

D'autres constructeurs soit proposent des équipements électroménagers « intelligents », soit les équipent de fonctions de commande ou de diagnostic : LG Electronics (Smart Diagnostics), Samsung (Smart Experience), Panasonic (Apps), Bosch (myBosch). Ils ne sont cependant pas connectés au *smart home*.

17.2.2 Autre protocole

En Allemagne, le protocole **EEBus**, basé sur KNX, devrait permettre l'échange d'information entre équipements domestiques et fournisseurs d'énergie. Il ne semble pas qu'il ait trouvé une large acceptation, car il ne s'agit malgré tout que d'un protocole en plus, ce qui ne favorise pas une standardisation dans ce domaine.

Copyright © 2014 Dunod.

Chauffage, électroménager : une standardisation nécessaire

Si de nombreuses applications sont présentées ou en développement, elles se caractérisent souvent par des approches propriétaires pour la connexion et la communication, empêchant par exemple d'utiliser des équipements de marques différentes. De plus, si l'économie d'énergie par fonctionnement selon le prix de l'électricité est mise en avant, il sera nécessaire d'une part de standardiser le protocole de communication et d'autre part que les fournisseurs d'énergie modulent le prix de l'électricité en cours de journée en fonction de la production et le transmettent.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

18 Multimédia et *smart home*

Le multimédia (audio et vidéo) fait partie du *smart home* et même, pour une grande partie des personnes interrogées ainsi que de la presse écrite ou Internet, est parfois une des principales applications évoquées. Qu'en est-il en réalité ?

Comme pour les protocoles *smart home*, toute solution pour le multimédia doit aussi être **globale**, c'est-à-dire couvrir aussi bien les sources, la diffusion et la visualisation et/ou l'écoute (figure 18.1) avec un même système ou des composants homogènes. La commande doit se faire de préférence à partir d'une interface commune, idéalement intégrée à celle du *smart home*.

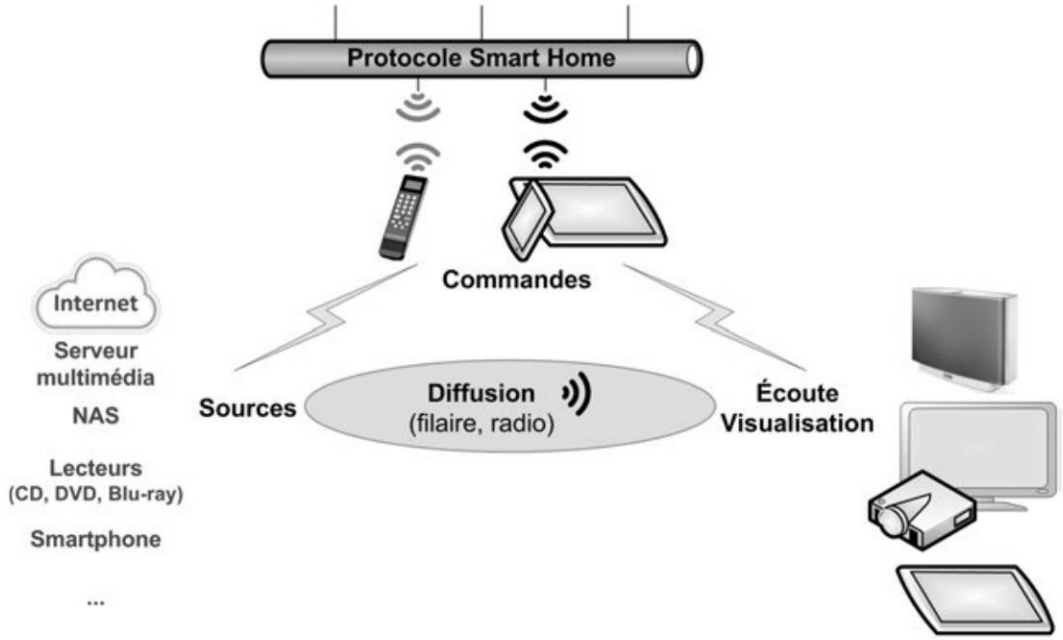


Figure 18.1 Approche globale du multimédia

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

18.1 Standards multimédias

18.1.1 Une multitude de standards multimédias

Il existe de nombreux systèmes pour la connexion et l'interopérabilité des composants multimédias. Aucun ne s'est, à ce jour, réellement imposé. Les standards DLNA (*Digital Living Network Alliance*) et HomePlug AV proposent des protocoles de partage de fichiers multimédias.

Le réseau **DLNA** (transmission par Ethernet ou par Wi-Fi) se compose d'au moins une source (ordinateur, lecteur de cartes…) et d'un diffuseur (téléviseur, enceintes…). L'ordinateur gère les équipements par l'intermédiaire des logiciels de Microsoft (Windows Media Connect, Windows Media Player) ou d'autres fournisseurs. Si les équipements sont certifiés DLNA, ils sont reconnus lors de leur branchement. Il est alors possible de transmettre tout fichier (image, son, vidéo) vers l'un des diffuseurs ou de lire les fichiers disponibles à partir du téléviseur, par exemple.

DLNA, une approche « ouverte » bridée

Si, en principe, tous les équipements certifiés DLNA peuvent communiquer entre eux, il n'en est pas de même en réalité. Les fabricants de matériel audiovisuel utilisent parfois une version personnalisée qui ne reconnaît pas nécessairement les autres composants. À ceci s'ajoutent les différents formats de fichiers, qui ne sont pas tous nécessairement reconnus, ainsi que la gestion des droits pour les fichiers vidéo.

La norme **HomePlug AV** utilise les courants porteurs (CPL) pour transmettre les fichiers multimédias, mais vise aussi d'autres applications domestiques (électroménager « connecté »). La version 2 de 2012 permet un débit compatible avec la haute définition et une meilleure couverture des transferts dans l'habitat. Une passerelle vers un réseau Wi-Fi est aussi disponible.

Le protocole audiovisuel **CEC** (*Consumer Electronics Control*) est destiné à simplifier le contrôle et la communication d'équipements équipés en HDMI par une commande externe ou entre eux (jusqu'à dix équipements). Une seule télécommande est alors suffisante.

L'organisation **CEDIA** (*Custom Electronic Design and Installation Association*) regroupe les professionnels qui conçoivent, distribuent ou installent des systèmes d'automatisation domestique avec cependant une forte tendance multimédia.

Les fabricants de matériel audiovisuel sont soumis à une rude concurrence qui les oblige à constamment renouveler leurs gammes, entraînant parfois des incompatibilités d'une génération à l'autre.

Copyright © 2014 Dunod.

18.1.2 Une multitude de formats numériques

Avec le numérique, les données audio ou vidéo sont encodées afin d'avoir le moins de perte de qualité possible et/ou d'occuper le moins de place possible. Selon l'option choisie, on trouve pour le son les formats MP3, AAC, FLAC, WMA, WAV… et pour l'image AVI, DIVX, MKV, FLV, TS, H.264… Il en résulte que l'utilisateur est parfois confronté à des incompatibilités entre média et logiciel ou équipement de lecture. Seuls les supports physiques (CD, DVD, Blu-ray) offrent une compatibilité avec pratiquement tous les lecteurs commerciaux.

Une politique fermée de certains constructeurs

La société Apple a développé la solution AirPlay, basée sur la transmission audio par radio uniquement à partir d'équipements de sa marque (iPod, iPhone, iPad). Les premiers utilisateurs se connectaient aux équipements correspondants en utilisant un dock dédié. La génération suivante a vu le connecteur changer (plus compact), entraînant une incompatibilité entre anciens supports physiques et les nouveaux équipements (à moins d'utiliser un adaptateur). Qu'en sera-t-il de la compatibilité lors des évolutions matérielles ou logicielles futures d'Apple ? Faudra-t-il tout changer ? L'utilisateur est laissé dans l'expectative et livré aux stratégies marketing de ce type d'évolution technique.

18.2 Concepts de base du multiroom

La diffusion de sons, d'images ou de vidéos dans l'habitat pour une écoute et/ou une visualisation possibles dans différentes pièces (**multiroom**) doit s'appuyer sur une transmission interne. Celle-ci peut être filaire (réseau Ethernet, courants porteurs CPL, câble audio ou vidéo – HDMI, par exemple – ou fibre optique) ou radio (généralement Wi-Fi).

La figure 18.2 représente schématiquement les différents éléments d'un système multiroom.

Les sources peuvent être analogiques (platine tourne-disque, cassette, bande magnétique) ou numériques locales (lecteur CD/DVD/Blu-ray, ordinateur, serveur multimédia, smartphone…) ou délocalisées (streaming Internet).

Les serveurs de type NAS (*Network Attached Storage*) sont des disques durs connectables à un réseau (prise Ethernet). Ils permettent de stocker fichiers, photos ou vidéos et de les diffuser dans le réseau (filaire ou Wi-Fi par un routeur).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

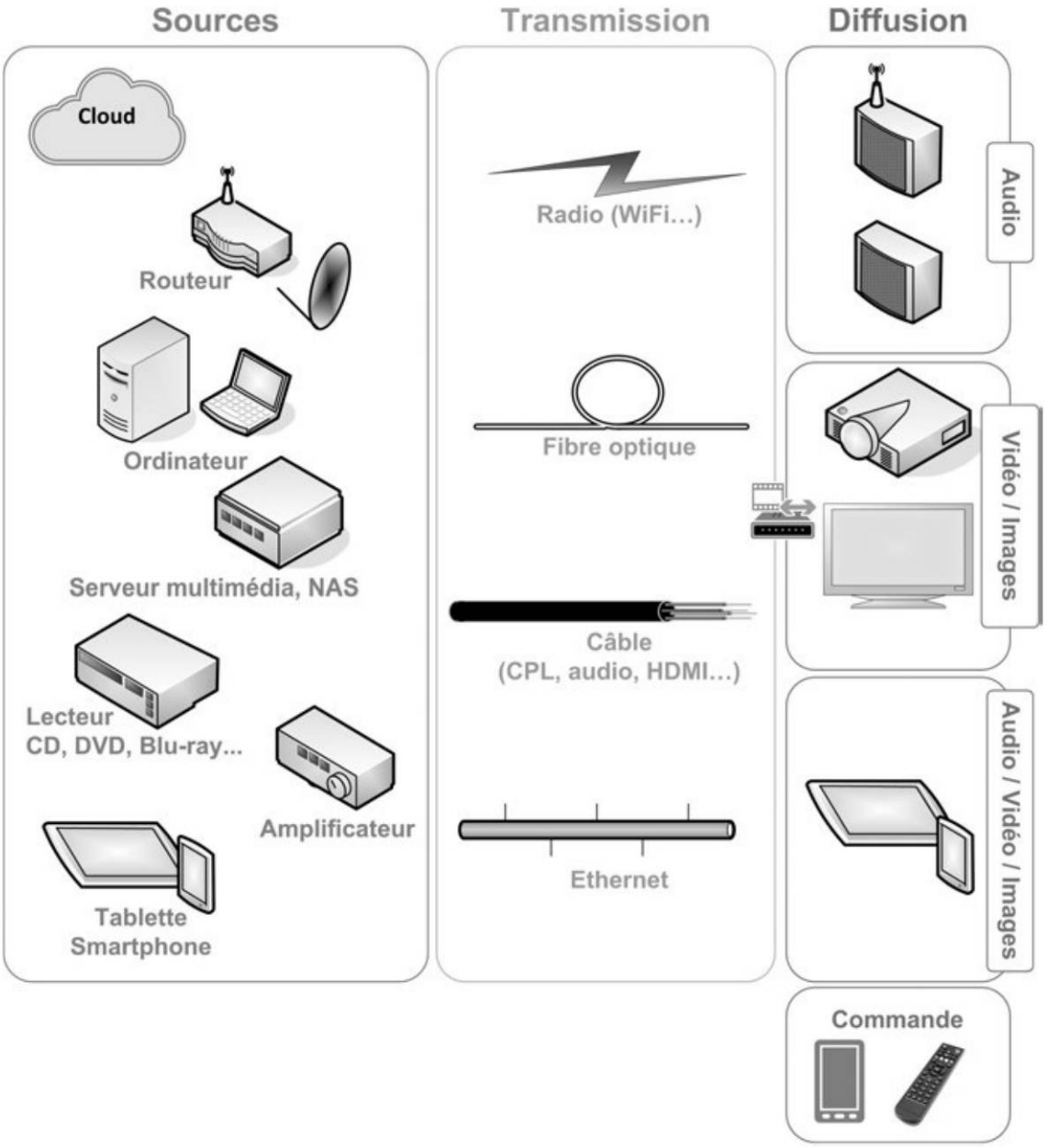


Figure 18.2 Multimédia et *smart home* – Principe de la diffusion multiroom

La transmission doit être adaptée à l'habitat et éventuellement au système de gestion du *smart home* : câble, Wi-Fi, fibre optique…

La diffusion peut être fixe (enceintes, téléviseur, projecteur vidéo) ou mobile (smartphone, tablette, enceintes sans fil…). Pour certains éléments, une interface peut être nécessaire (transmission vidéo par courants porteurs ou Ethernet, par exemple).

Copyright © 2014 Dunod.

Câblage HDbaseT

C'est un standard industriel qui permet de transporter le signal HDMI (toutes définitions confondues : HD, 3D, UHD/4K) par un câble réseau. D'autres signaux comme ceux IR, RS232, Ethernet ou même l'alimentation électrique (*power over cable*) peuvent aussi utiliser le même câble. L'avantage de cette solution est la possibilité de transmettre les signaux HDMI sur de longues distances (jusqu'à 100 mètres).

L'utilisation de la technologie HDBaseT nécessite deux adaptateurs (*extenders*) : l'un pour la conversion du signal HDMI au départ, puis un autre à l'arrivée pour retrouver le signal HDMI. Les câbles Ethernet utilisés sont classés en fonction de leur qualité : Cat5e ou Cat6. Certains constructeurs de matériel multimédia commencent à équiper leurs produits en interfaces HDBaseT : projecteurs vidéo, amplificateurs AV…

18.3 Solutions globales avec protocole standard

18.3.1 Une connectivité directe encore limitée

Le manque de coordination entre protocoles standards du *smart home* et fabricants d'équipements multimédias fait que deux réseaux parallèles coexistent souvent avec une fonctionnalité directe limitée (figure 18.3).

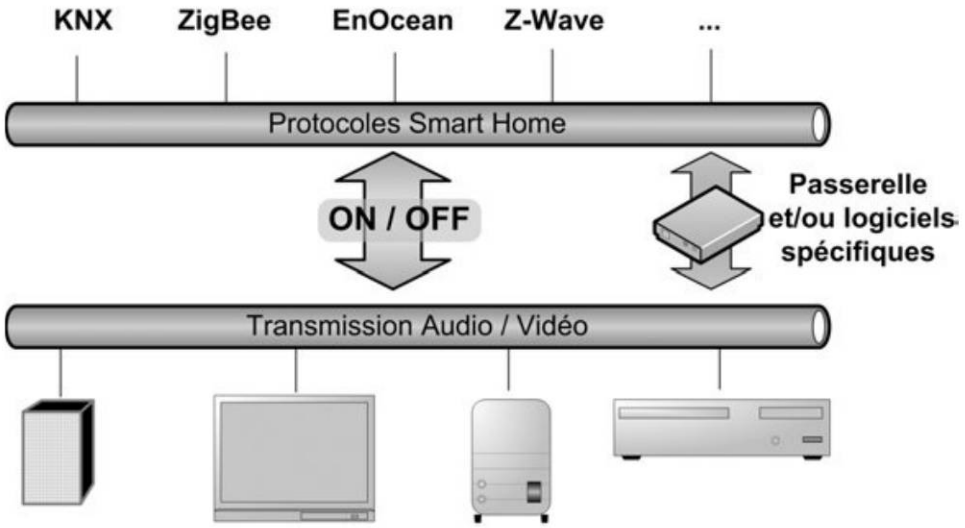


Figure 18.3 Multimédia et *smart home* – Une interaction directe souvent limitée

Les équipements utilisant un protocole standard ou propriétaire (KNX, EnOcean, ZigBee, Z-Wave…) sont équipés d'une électronique et de logiciels leur permettant de comprendre et d'effectuer les commandes envoyées et éventuellement de renvoyer des informations, si nécessaire : un thermostat mesurera la température d'une pièce,

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

la comparera à celle souhaitée et, selon la consigne, transmettra une commande pour piloter la vanne thermostatique d'un radiateur. Tout cela se fera en utilisant le protocole du système domestique.

Par contre, pour le multimédia, il n'existe pratiquement aucun équipement audio-visuel (lecteurs de CD, DVD ou Blu-ray, amplificateur, tuner…) utilisant un des protocoles standards pour dialoguer et être piloté. Les constructeurs d'équipements multimédias ont plutôt tendance à développer leur propre technologie et, quand ils utilisent un protocole spécifique au multimédia, chacun essaie de le personnaliser afin de garder le contrôle sur d'éventuels futurs développements.

Cependant, la tendance est, du côté fournisseurs de solutions *smart home* (standards ou propriétaires), à intégrer dans leurs protocoles une interface logicielle ou matérielle pour piloter des équipements multimédias.

Passerelle IR

La solution permettant de piloter des équipements multimédias à partir du système *smart home* est l'utilisation d'une passerelle IR (figure 18.4), où les codes infrarouges des différentes télécommandes sont intégrés au logiciel de pilotage avec des icônes dédiées (voir la solution IRTrans).



Figure 18.4 Passerelle IR d'intégration du multimédia au *smart home*

Copyright © 2014 Dunod.

La télécommande, toujours incontournable

Face aux applications permettant le pilotage des équipements à partir d'un smartphone ou d'une tablette, une télécommande (IR ou radio) offre toujours des avantages comme l'absence de latence. La commande par une App doit passer par le routeur et les différents modules, alors qu'une télécommande assure une fiabilité et une prise en compte de toutes les fonctions de l'équipement sans programmation.

18.3.2 Solutions KNX

Certaines sociétés ont développé des modules KNX permettant l'intégration et le pilotage de certains équipements audio ou vidéo (Multicon en Autriche, Viatron en Allemagne, Tokka en Pologne…).

Une première intégration de l'audio à KNX

Fin 2013, le constructeur belge **Basalte** a présenté un amplificateur multiroom haut de gamme (Asano P4) équipé d'une interface KNX interne (figure 18.5). Il permet le raccordement de quatre sources audio analogiques ; une connectique CobraNet utilisant le réseau Ethernet permet le transport du signal audio numérique sans perte.



Figure 18.5 Amplificateur Asano P4
Source : Basalte

Le module IR-link (figure 18.6) permet de piloter tout équipement audio (lecteur de CD, DVD ou Blu-ray, décodeur satellite, box Internet…) à partir du protocole KNX.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 18.6 Module IR-link
Source : Basalte

Le contrôle des fonctions (volume, source…) est assuré directement par le système KNX, l'amplificateur étant automatiquement reconnu par le logiciel ETS (tout autre protocole avec passerelle KNX permet aussi son intégration). L'amplificateur permet de couvrir quatre zones (figure 18.7) avec chacune sa commande (écran tactile Deseo, par exemple) de source et de volume.

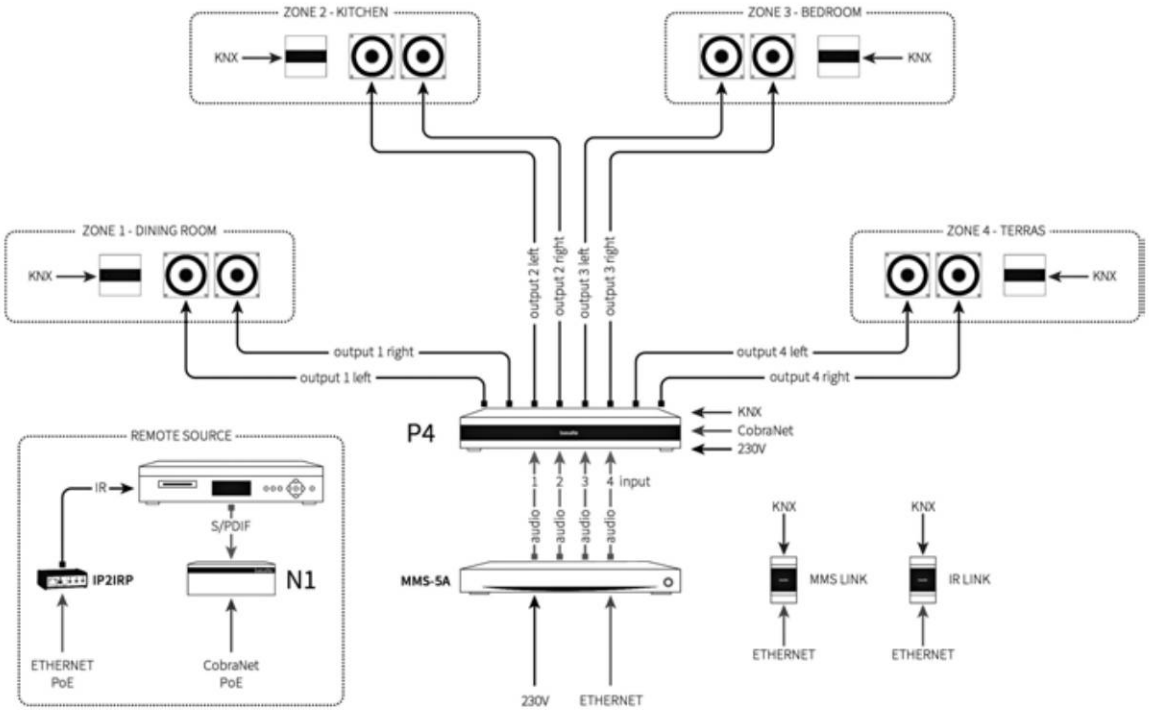


Figure 18.7 Réseau audio autour de l'amplificateur Asano P4
Source : Basalte

Copyright © 2014 Dunod.

La plateforme multiprotocole Amati.linea de la société lituanienne **Embedded Systems** permet la diffusion audio de différentes sources utilisant les protocoles audio DLNA, UPnP, Airplay ou une avec liaison Ethernet (figure 18.8).

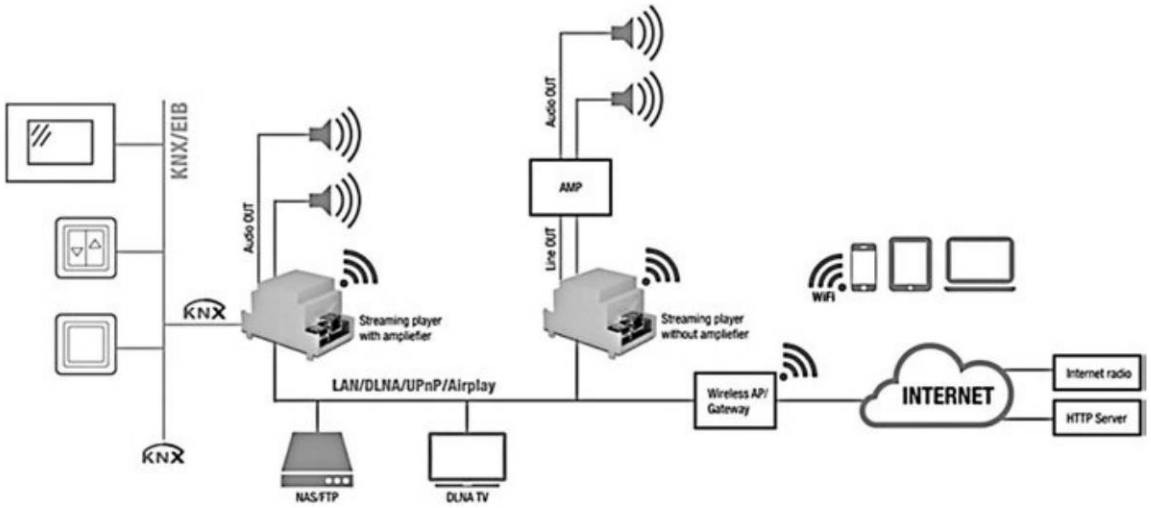


Figure 18.8 Diffusion audio intégrée au protocole KNX
Source : Embedded Systems

Les diffuseurs (figure 18.9) sont disponibles avec ou sans amplificateur et peuvent être reliés à un réseau KNX, EnOcean… La commande se fait par le protocole KNX (écran tactile, smartphone, tablette) ou directement par smartphone ou tablette par une passerelle IP (liaison Wi-Fi) permettant d'accéder au lecteur intégré (figure 18.10).



Figure 18.9 Diffuseur audio intégré au protocole KNX
Source : Embedded Systems

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

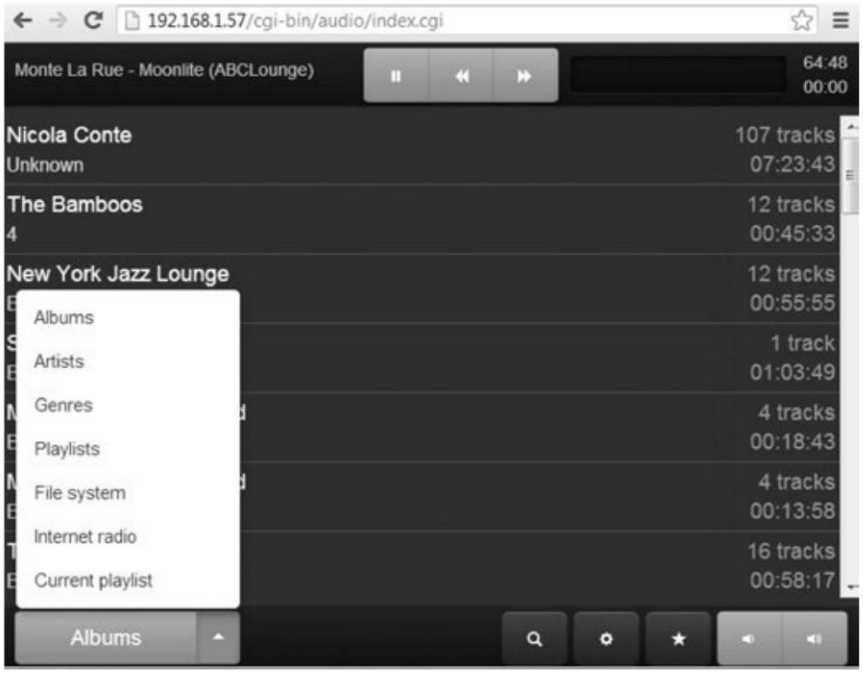


Figure 18.10
Lecteur intégré au diffuseur audio
Source : Embedded Systems

18.3.3 Autres protocoles standards

EnOcean est (pour le moment) dédié aux fonctions domestiques sans multimédia intégré. Le protocole ZigBee avec sa variante RF4CE dédiée normalement à la standardisation du contrôle des équipements électroniques et multimédias ne semble pas avoir été vraiment repris par les différents constructeurs.

18.4 Solutions globales avec protocoles propriétaires

Certains protocoles propriétaires couvrant les fonctions du *smart home* intègrent aussi la gestion du multimédia avec une seule interface.

18.4.1 Crestron – Solutions multimédias

La société américaine **Crestron**, en plus de son système d'automatisation domestique, propose aussi de nombreuses solutions multiroom audio et vidéo. Les équipements couvrent toutes les options possibles.

Multiroom audio et vidéo

Par l'association de différents modules Crestron (interface de connexion iPod, écran ou bouton-poussoir de contrôle, serveur audio…), la diffusion et le contrôle sont possibles à partir de toute pièce.

Le contrôleur MC3, déjà décrit, qui gère l'automatisation domestique, couvre aussi le contrôle de l'audio et de la vidéo (figure 18.11).

Copyright © 2014 Dunod.

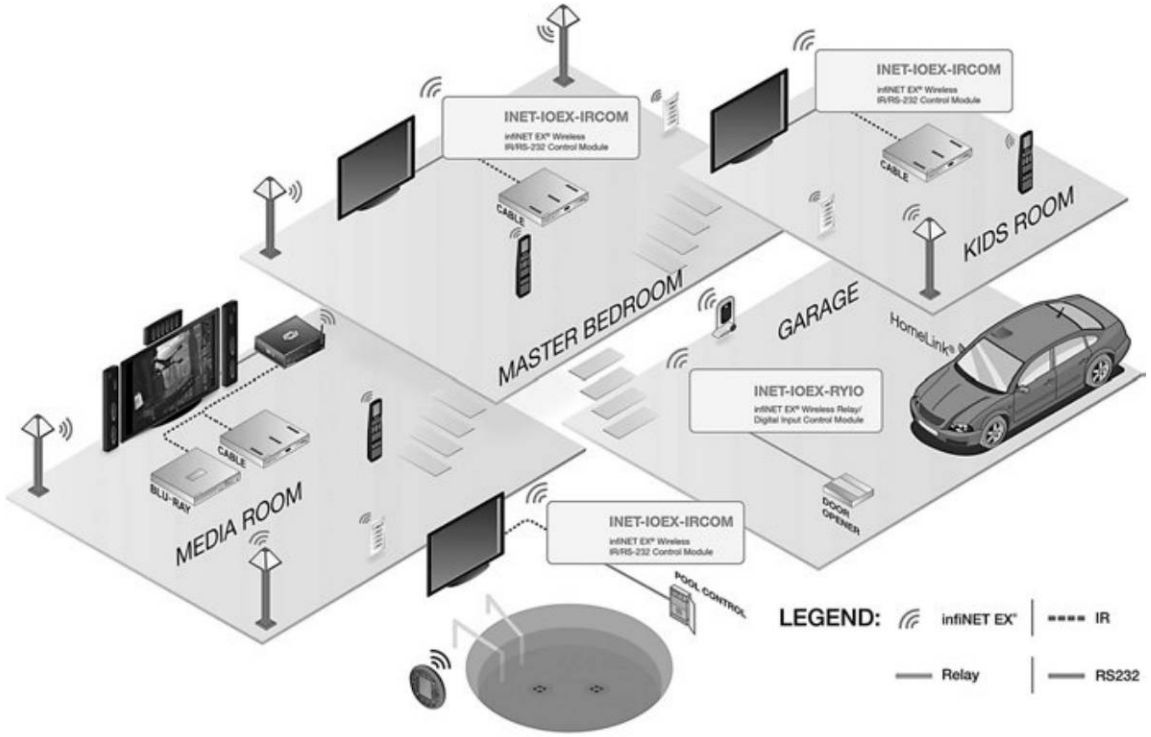


Figure 18.11 Contrôleur AV par MC3
Source : Crestron

Les commandes peuvent s'effectuer par bouton-poussoir, clavier mural, télécommande ou par écran tactile dédié (figure 18.12).



Figure 18.12 Pilotage et contrôle de l'audiovisuel
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La diffusion audio se fait à partir d'enceintes intérieures ou extérieures ou de haut-parleurs encastrables (figure 18.13).



Figure 18.13 Enceintes et haut-parleurs encastrables
Source : Crestron

Quelle que soit la source (satellite ou TNT, lecteur Blu-ray, NAS…), le signal vidéo peut être transmis dans toutes les pièces et reçu sur téléviseur, tablette, écrans de commande Crestron ou par projecteur vidéo. L'unité de distribution PSPHD, par exemple, associée à un amplificateur, permet la diffusion audio et vidéo dans plusieurs pièces (figure 18.14).

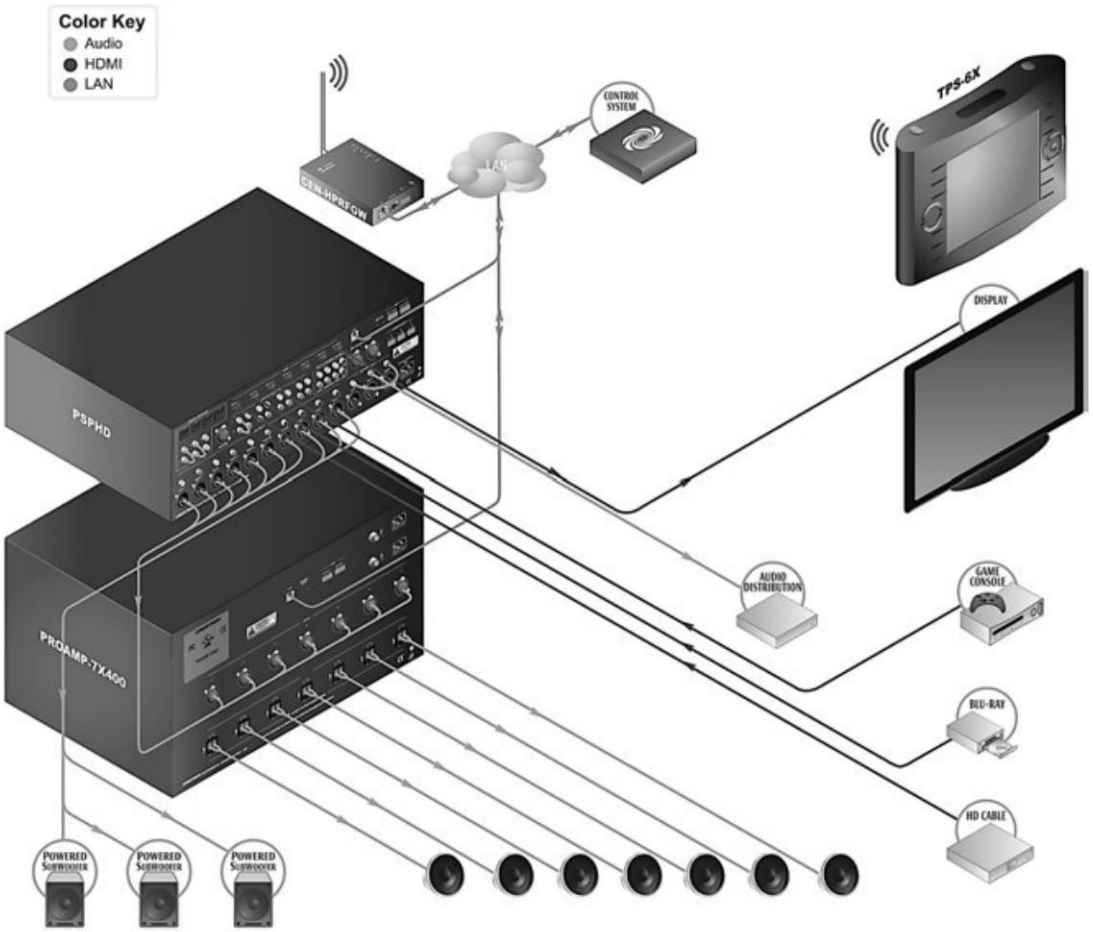


Figure 18.14 Exemple de distribution audio et vidéo
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.

Multiroom audio

La famille de produits Sonnex de distribution audio permet la réalisation de réseaux multiroom (figure 18.15).

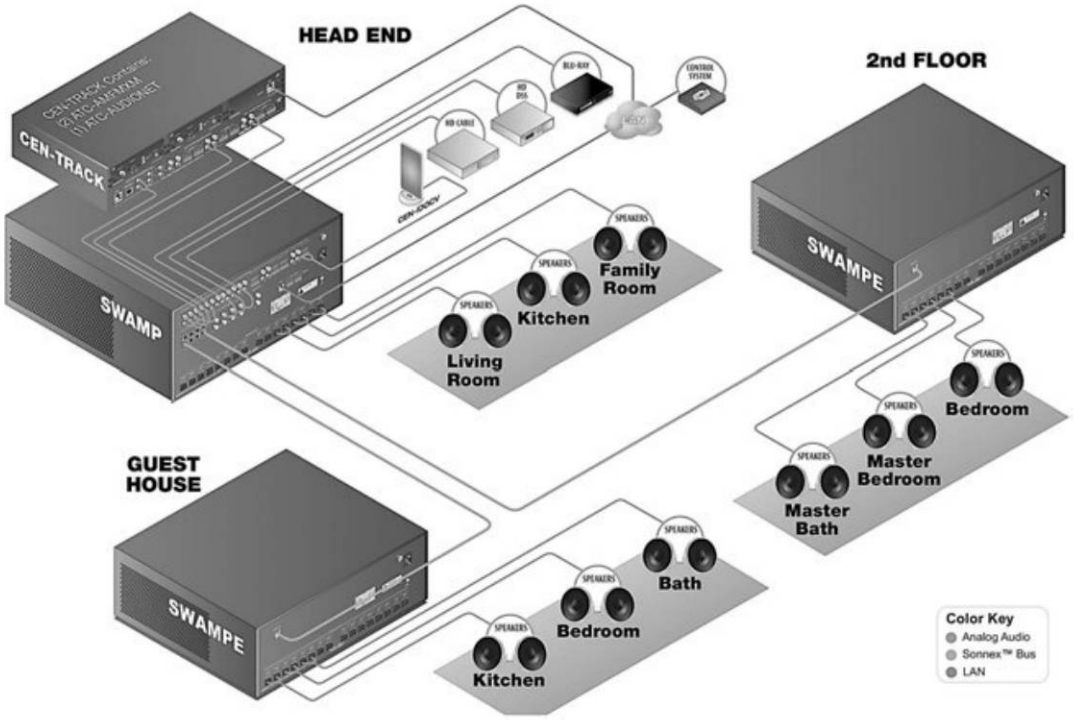


Figure 18.15 Réseau de distribution audio Sonnex
Source : Crestron

Elle comprend des unités de distribution audio avec ou sans amplificateur (figure 18.16) couvrant de 4 à 24 zones.



Figure 18.16 Unités de distribution audio 4 zones avec amplificateur ou 8 zones sans amplificateur
Source : Crestron

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Selon les modèles, le son est transmis directement à des enceintes ou, par un câble CAT5 ou fibre optique, de l'unité de distribution centrale (reliée aux sources audio) à d'autres unités.

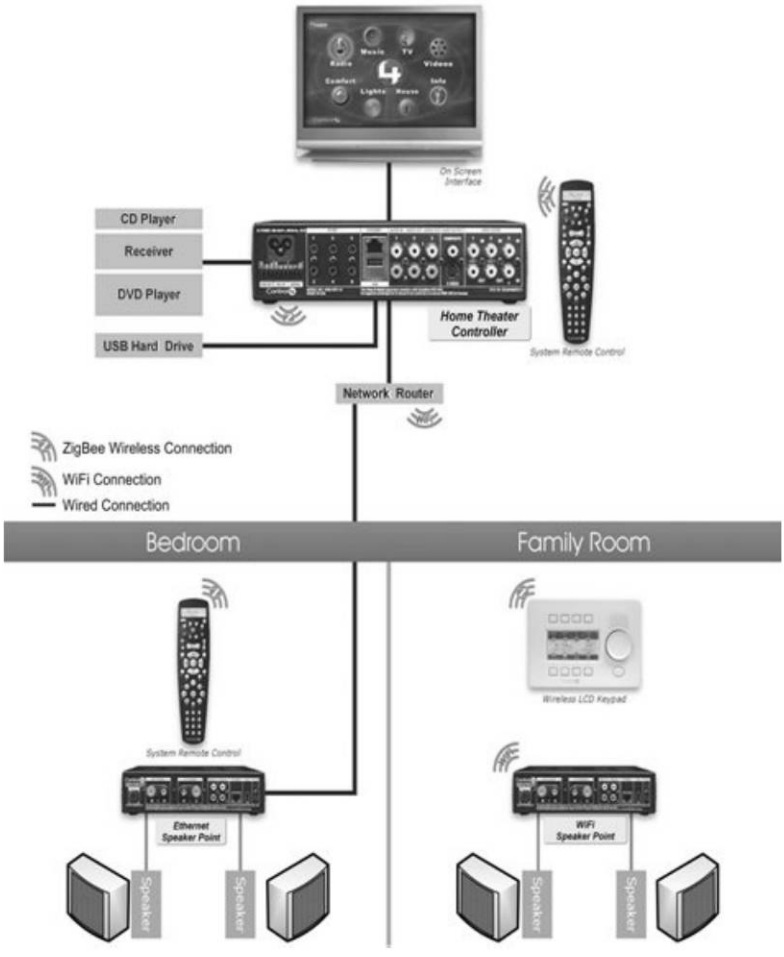
DigitalMedia, une solution professionnelle

Les équipements et accessoires de la famille DigitalMedia de Crestron permettent la distribution de signaux audio et vidéo haute définition (ou UHD/4K) pour des applications professionnelles (bureaux, écoles…). Cette liaison peut aussi se faire sur de longues distances en fonction du type de signal à transmettre et du câble utilisé (HDMI, CAT5e cuivre ou fibre optique CresFiber pour des distances de plusieurs centaines de mètres). Elle est basée sur des contrôleurs/commutateurs assurant l'amplification, la distribution de différentes sources.

18.4.2 Control4 – Solutions multimédias

Comme Crestron, Control4, à côté de son offre pour les fonctions du *smart home* déjà présentées, permet aussi l'intégration du multimédia à son protocole (figure 18.17).

Figure 18.17
Multiroom audio Control4
Source : Control4



Copyright © 2014 Dunod.

Le composant de base d'un système audiovisuel Control4 est un contrôleur pour une pièce (figure 18.18), pour tout l'habitat ou une unité de distribution. Peuvent y être associés des amplificateurs audio, des boîtiers de distribution vidéo couvrant jusqu'à huit zones ou des modules HDBaseT pour la transmission sans perte.



Figure 18.18 Contrôleur audio et vidéo HC-250
Source : Control4

Un module audio sans fil (figure 18.19) permet le streaming vers tout contrôleur à partir d'une source Bluetooth, Airplay ou DLNA.



Figure 18.19 Diffuseur audio sans fil
Source : Control4

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Les commandes peuvent être transmises par clavier mural, télécommande, écran tactile dédié, ordinateur, smartphone ou tablette (figure 18.20).



Figure 18.20 Commandes des fonctions et du multimédia
Source : Control4

Certains équipements audiovisuels de Sony sont compatibles avec le protocole Control4.

18.4.3 Autres fournisseurs

D'autres fournisseurs proposent une approche identique, que ce soit pour le contrôle de nombreuses fonctions domestiques ou uniquement pour le multimédia :

- Cen.sys GmbH, en Allemagne, propose pour le haut de gamme plusieurs serveurs compatibles avec les solutions de la société Gira ;
- Fusion Research, aux États-Unis, avec un système compatible avec les protocoles Crestron, Control4 ou AMX ;
- AMX, aussi aux États-Unis, avec des contrôleurs et liaison IR avec les sources audio ;
- Savant Systems, basé aux États-Unis, en plus de son système de gestion globale de l'habitat ou du bâtiment, propose un multiroom audio/vidéo complet (SmartAudio, SmartVideo ou SmartMedia).

De nombreuses solutions sont aussi décrites dans les publications du CEDIA (Custom Electronic Design and Installation Association).

18.4.4 Solutions liées à une marque

Quelques solutions sophistiquées ont été développées par des fournisseurs de composants *smart home* (Gira, Busch-Jaeger ou Jung en Allemagne) en association avec des constructeurs d'équipements multimédias. Elles sont cependant liées à une marque généralement « haut de gamme » (Revox en Suisse, Loewe en Allemagne ou Bang &

Copyright © 2014 Dunod.

Olufsen au Danemark). Elles sont d'un coût parfois très élevé et ne garantissent pas nécessairement une qualité d'image ou de son en rapport avec le prix ou la réputation.

Gira-Revox multiroom audio spécifique

Le fournisseur allemand Gira a développé avec Revox une famille d'équipements multimédias compatible avec les solutions de Gira. Le serveur Revox M117, par exemple, peut diffuser différentes musiques, vidéos ou images dans toutes les pièces ou permettre de démarrer le visionnage d'un film au séjour puis de continuer dans la chambre ou toute autre pièce connectée et équipée d'un écran. La transmission des contenus se fait par câble (Ethernet ou CPL) ou Wi-Fi.

Le contrôle peut se faire par télécommande classique ou par une interface spécifique à partir d'un panneau de boutons-poussoirs Gira avec écran, d'un smartphone…

18.5 Solutions dédiées

18.5.1 Serveur audio-vidéo

La société américaine **Kaleidescape** propose un serveur multimédia orienté cependant plutôt vidéo. Il se compose du serveur Cinema One (figure 18.21) équipé d'un lecteur CD, DVD et Blu-ray ainsi qu'en 2014 d'un disque dur de 4 To et d'une unité de stockage pouvant accepter jusqu'à 320 DVD ou Blu-ray (figure 18.22).



Figure 18.21 Serveur Cinema One
Source : Kaleidescape

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

L'accès aux contenus peut se faire par une télécommande, un écran tactile dédié ou une tablette (App). La connexion au serveur de Kaleidescape permet la récupération des images de pochettes qui seront affichées sur ces écrans.



Figure 18.22 Stockage de DVD et Blu-ray M700 Disc Vault
Source : Kaleidescape

Si les DVD peuvent être transférés sur le disque dur et les enregistrements visionnés directement, les Blu-ray transférés nécessitent encore, pour des raisons de droits, un contrôle de leur présence physique soit dans le serveur, soit dans l'unité de stockage.

Le serveur Cinema One peut être intégré à différents protocoles domestiques (Crestron ou Control4, par exemple) et être contrôlé par une autre interface.

Gestion des droits numériques Ultraviolet

Il s'agit d'un site de stockage des droits pour les DVD ou Blu-ray achetés. Ce système, introduit en 2010, a été développé par le Digital Entertainment Content Ecosystem, comprenant comme membres Sony Pictures, Warner Bros, Paramount et d'autres acteurs du monde du cinéma et de la télévision. Les disques supportant ce protocole contiennent un code permettant de créer un compte et d'accéder par Internet à une version numérique du film en streaming ou à télécharger.

Il s'agit de répondre à la dématérialisation des films en permettant une visualisation quel que soit l'endroit ou sans utiliser le disque physique. Un format de fichier CFF (*Common File Format*) doit autoriser la lecture sur tout équipement compatible.

Copyright © 2014 Dunod.

18.5.2 Solutions audio

De très nombreux constructeurs proposent des systèmes audio pilotables à partir d'une tablette ou d'un smartphone, en général à partir d'Apps pour les systèmes Android ou iOS. Les offres ne concernent généralement que le matériel propre à ces constructeurs et sont souvent limitées en termes d'extension possible, de qualité et ne sont pas intégrables à un protocole standard ou propriétaire.

L'audio, analogique par excellence

Que ce soit les voix ou la plupart des instruments, les vibrations de l'air sont converties en un signal électrique analogique par les microphones. À l'autre bout de la chaîne, pour la diffusion, les haut-parleurs transforment un signal électrique analogique en vibrations qui atteignent notre oreille. La numérisation n'est qu'une réponse à des contraintes ou limitations techniques de l'analogique. Poussée à l'extrême, elle risque, comme la photo numérique (trop) reprise par des logiciels de traitement, de perdre le « naturel » du son original.

Quelle qualité de son ?

Quel est le but de l'écoute ? Musique d'ambiance, musique pour « puriste », information, culture… Chacune de ces façons d'utiliser l'audio influe sur l'installation et l'utilisation. L'approche (subjective) de la diffusion sonore dépend de l'importance que l'on accorde à la qualité d'écoute.

Le « meilleur » son ? Un acousticien affirmera que l'écoute optimale nécessite une adaptation de toute la chaîne (lecteur, amplificateur, enceintes) à la pièce. Seules des enceintes disposées de façon contrôlée (hauteur au sol, distance aux murs, emplacement…) permettront une écoute pour tous ceux appréciant les subtilités de la musique.

Diffusion

Celle-ci peut être limitée à une pièce dédiée (« auditorium » personnel), à la diffusion dans n'importe quelle pièce (cuisine, chambre…) ou accessible depuis n'importe quelle pièce de l'habitat (multiroom).

Chaque approche va nécessiter une technologie de transmission de l'audio appropriée et souvent différente de celle des standards du *smart home* : filaire (câbles dédiés à l'audio, par réseau CPL ou Ethernet), radio (Wi-Fi…). L'accès à Internet par un routeur relié au serveur audio (figure 18.23) permet d'écouter en streaming la musique diffusée sur le réseau.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

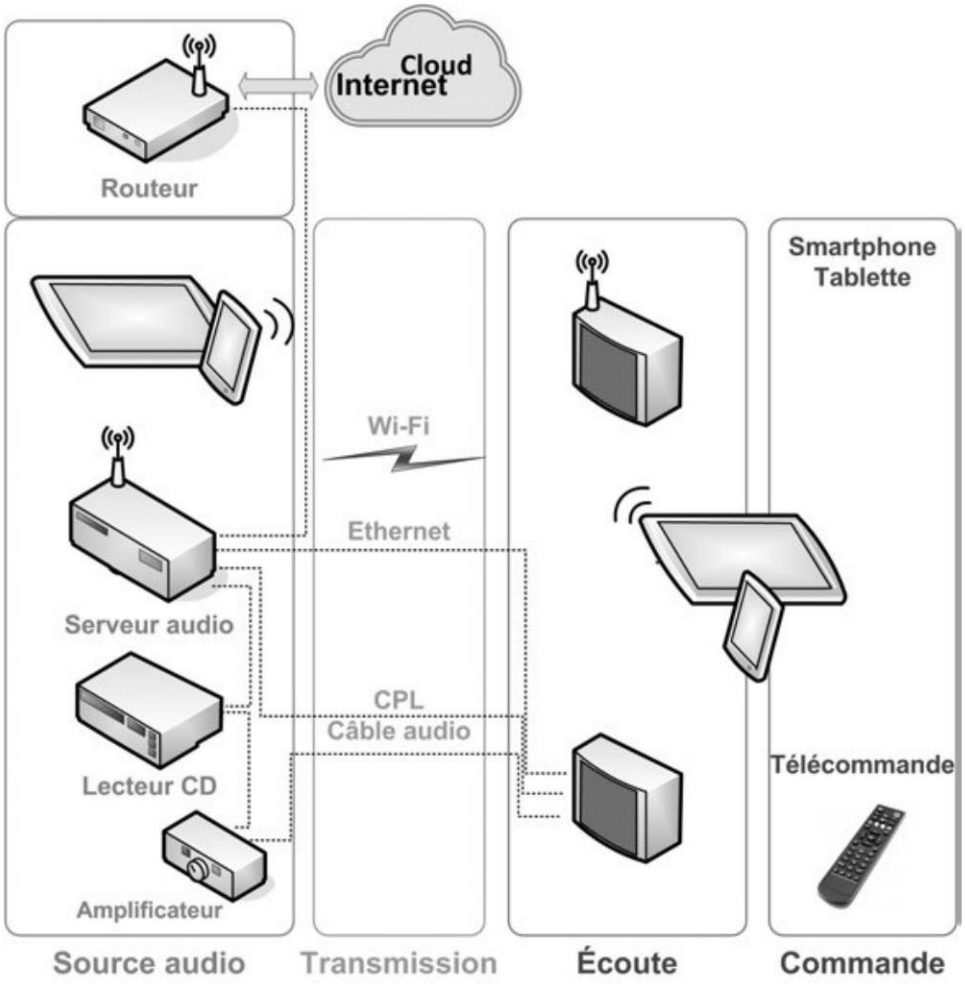


Figure 18.23 Diffusion à partir de sources internes ou avec accès Internet (streaming)

Parmi les systèmes audio que l'on peut qualifier de multiroom, certains se sont imposés, comme celui de la société Sonos.

Sonos, l'audio sans fil

La société américaine **Sonos** s'est spécialisée dans la diffusion audio sans fil. Son système complet et versatile (figure 18.24) est basé sur des éléments communicants sans fil auxquels peuvent être connectées des sources audio conventionnelles (platine CD, par exemple).

Copyright © 2014 Dunod.

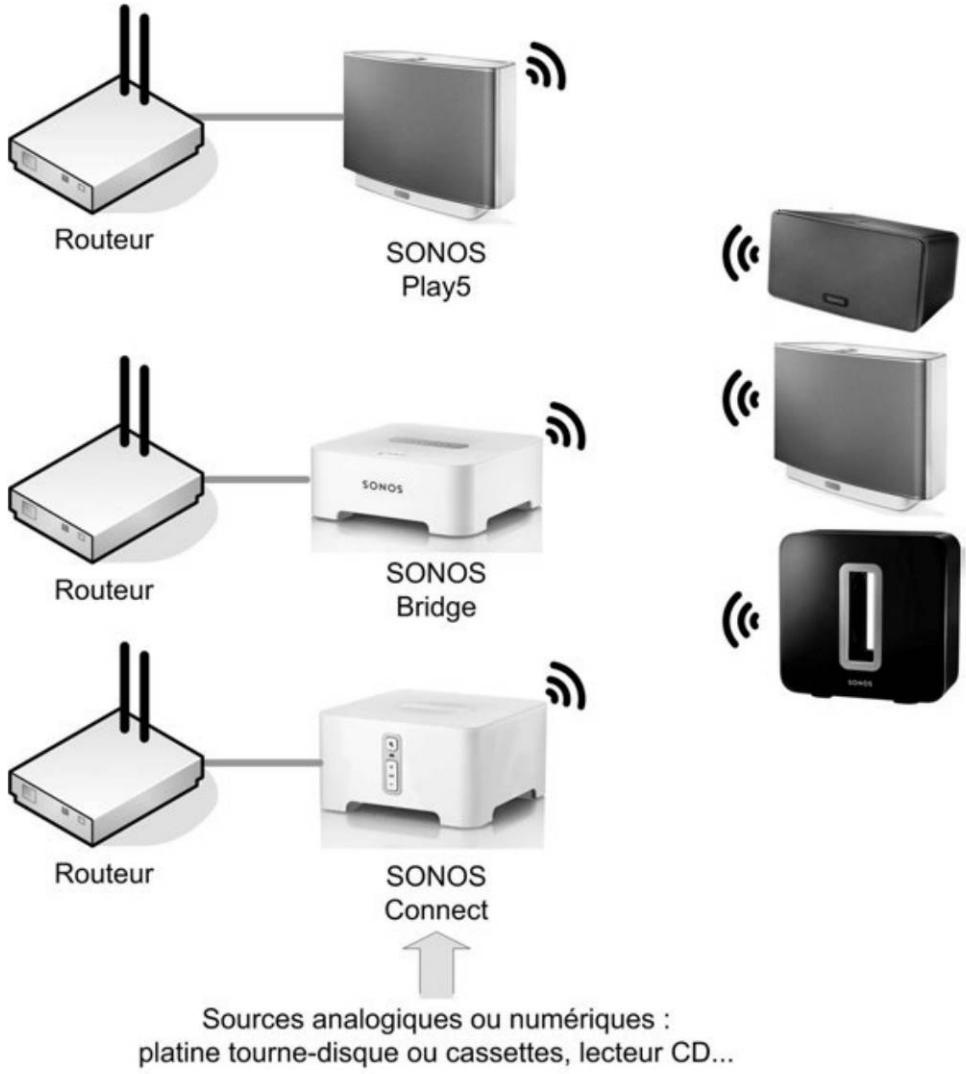


Figure 18.24 Système Sonos
Source : Composants Sonos

Les différents éléments (figure 18.25) permettent la diffusion ou l'écoute :

- des unités (Connect) autonomes (figure 18.26) ou avec amplificateur diffusant la musique sans fils vers des enceintes dédiées. Il est possible de leur connecter tout équipement audio comme lecteur de CD, platine tourne-disque… ;
- une interface (Bridge) connectée à un routeur par un câble Ethernet (figure 18.27) et permettant de relier le système Sonos au réseau local (ordinateur, NAS…) ;
- un amplificateur (Amp) pourra être connecté à une source analogique (figure 18.28) et diffuser la musique soit par radio, soit par des enceintes conventionnelles ;
- des enceintes sans fil (Play:1, Play:3 ou Play:5) ou une barre audio (figure 18.29) ;
- une ou des options de contrôle comme un smartphone, une tablette (App Sonos) ou un ordinateur.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 18.25 Composants Sonos pour la diffusion et l'écoute
Source : Sonos



Figure 18.26 Sonos Connect avec entrées audio analogiques ou numériques
Source : Sonos

Figure 18.27
Sonos Bridge
Source : Sonos



Copyright © 2014 Dunod.



Figure 18.28 Amplificateur Sonos Amp
Source : Sonos



Figure 18.29 Diffuseurs Sonos Play
Source : Sonos

Les enceintes compactes (le modèle Play:1 mesure 16 cm de haut) peuvent être complétées par un caisson de basses.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La gestion (playlist…) et le contrôle (volume…) peuvent se faire depuis une des options disponibles. L'ordinateur avec le logiciel dédié offre plus de flexibilité dans la gestion.

Selon l'option choisie, il sera possible de relier directement un diffuseur Play à un routeur relié à Internet (musique en streaming). La musique est diffusée par radio vers d'autres enceintes. L'autre option est de relier le module Bridge ou Connect (avec musique de sources analogiques ou numériques) au routeur. Ce module diffusera alors la musique vers les enceintes.

Intégration Sonos à un protocole smart home

Certains protocoles ont développé des interfaces souvent logicielles permettant d'intégrer le système Sonos à leur protocole, permettant ainsi un pilotage depuis une seule interface. C'est le cas des protocoles LCN, KNX, Lifedomus ou Loxone, par exemple.

Russound

Dans le haut de gamme, la société **Russound**, existant depuis 1967, a créé un environnement audio avec des centrales acceptant des entrées de diverses sources et permettant de couvrir plusieurs zones pilotables séparément (télécommande, écran tactile, clavier, smartphone ou tablette). Le réseau est filaire (câble CAT5) ou Wi-Fi (XStream). Une interface RS232 permet l'intégration à un protocole *smart home*. Des modules permettent pour une zone d'avoir plusieurs sous-zones avec la même source audio mais la possibilité de varier le volume.

RTI

La société américaine **RTI** (Remote Technologies, Inc.), en plus de son système de gestion des fonctions de l'habitat, propose une approche multiroom audio basée sur un contrôleur. Les différentes sources (lecteur de CD, radio…) sont commandées par des relais IR pouvant être placés dans différentes pièces de l'habitat. La commande passe par le contrôleur qui reçoit les ordres par une télécommande radio, des claviers ou écrans tactiles muraux ou un smartphone ou une tablette.

Autres solutions audio

La société suisse **Revox** a aussi développé un système multiroom autour de ses produits (amplificateur, lecteur CD) basé sur un module multimédia pouvant gérer la distribution audio dans plusieurs pièces. Ce module permet aussi une connexion Internet. Les équipements audio Revox peuvent être intégrés au protocole KNX par le serveur Gira HomeServer. Il est à noter que Revox a proposé un système multiroom dès 1988.

Copyright © 2014 Dunod.

Toujours en Suisse, la société **Goldmund** propose une offre très haut de gamme (lecteurs, amplificateurs, enceintes) où le signal numérique est préservé tout au long de la chaîne (bien que la source originale et la diffusion soient, malgré tout, analogiques). L'intégration à un réseau domestique peut se faire par IR.

D'autres systèmes relativement proches du concept Sonos sont aussi proposés par des sociétés comme **Bose** avec son concept Wi-Fi SoundTouch.

La société autrichienne **Loxone**, à côté de son serveur *smart home*, a développé un serveur audio multiroom pouvant desservir jusqu'à huit zones.

La société espagnole **eissound** offre aussi des solutions multiroom audio avec interface KNX.

18.5.3 Solutions vidéo uniquement

Réception d'émissions satellite

La réception d'émissions vidéo par satellite peut aussi être conçue comme multiroom par l'approche SAT over IP ou IPTV (figure 18.30).

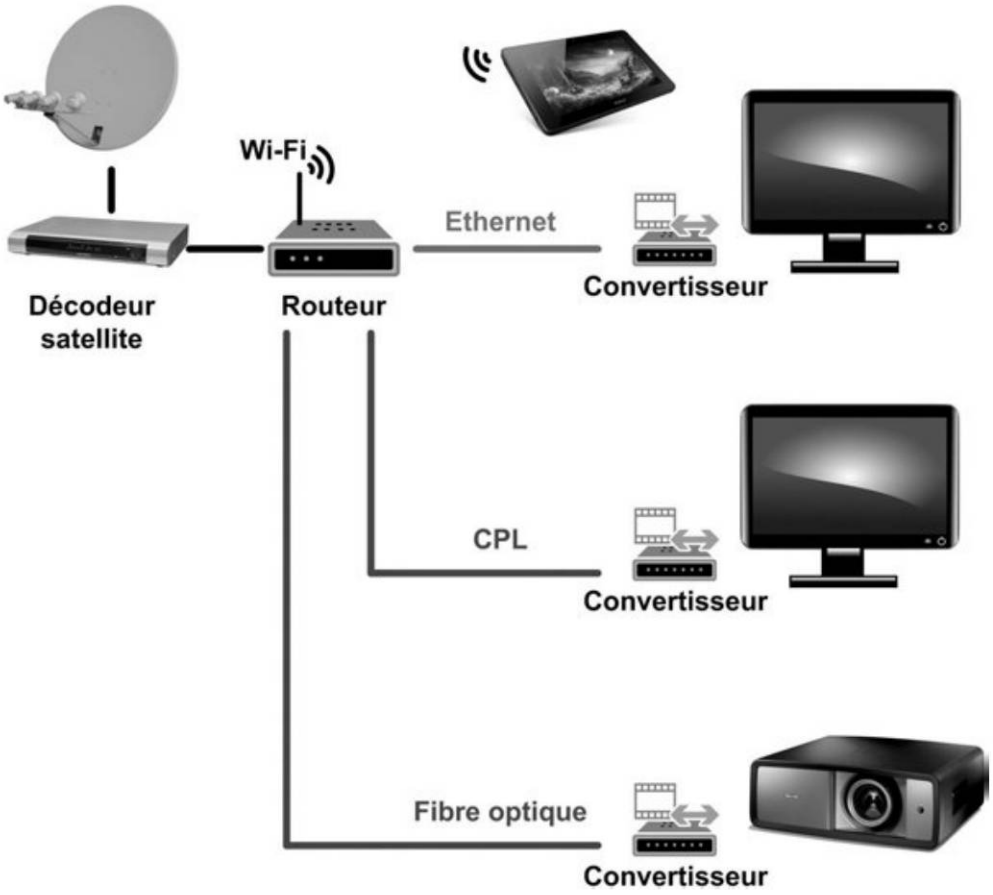


Figure 18.30 Multiroom réception satellite

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le décodeur satellite est équipé d'une connectique Ethernet qui permet de le relier au routeur diffusant les émissions par câble Ethernet, CPL ou fibre optique. Le routeur peut aussi diffuser les programmes par Wi-Fi, permettant la réception sur smartphone ou tablette.

Chaque téléviseur ou projecteur vidéo de l'habitat peut être connecté au réseau vidéo par l'intermédiaire d'un boîtier convertisseur. Par contre, les commandes transitent toujours par les télécommandes conventionnelles : une intégration au protocole *smart home* passe par une interface IR (IRTrans, par exemple).

« *Smart TV* » ?

Les téléviseurs « connectés », c'est-à-dire avec un accès Internet et une interface propre, permettent, selon les constructeurs, aussi bien de surfer que d'accéder directement à certains sites (Facebook, Youtube, Twitter, Skype…).

Quel contenu ? Ces téléviseurs n'offrent aujourd'hui rien de plus que ce que proposent des équipements plus pratiques, comme les tablettes ou ordinateurs portables avec souvent une interface tactile plus conviviale.

Quelle sécurité ? Comme tout équipement connecté à Internet, le risque d'intrusion (ou même de virus ?) existe et n'est souvent pas mis en avant : quelle protection si l'on accède à son compte bancaire ? De plus, la liaison Internet est bidirectionnelle, ce qui peut permettre à certains fabricants ou sites Internet d'accéder à des données sur l'utilisation du téléviseur.

18.6 Une gestion multi-applications

Les systèmes multimédias proposés par les constructeurs sont basés pour la plupart sur une approche non intégrée aux protocoles standards du *smart home*. Ils reposent sur des installations dont le contrôle se fait par des Apps (Android ou iOS) propriétaires. Pratiquement chaque constructeur d'équipement audio ou vidéo développe la sienne. Afin de ne pas avoir à jongler entre les différentes Apps, une approche avec un système unique permet une intégration plus conviviale. Cette solution est possible en choisissant un protocole *smart home* standard ou propriétaire avec un contrôle multimédia intégré.

L'organisme CEDIA publie chaque année un *Idea Book*, qui décrit de nombreuses installations multimédias. Certaines revues audio ou vidéo présentent aussi des exemples de réalisations audio et/ou vidéo.

Copyright © 2014 Dunod.

Le multimédia : une technologie (encore ?) à part

Il est à noter que si le multimédia (lecteurs, serveurs, amplificateurs, téléviseurs…) est souvent associé au *smart home*, la réalité, en termes de connectivité directe au réseau domotique, est plus nuancée. Toute solution complète multiroom digne de ce nom doit soit pouvoir s'intégrer directement à un protocole *smart home*, soit faire partie de ce protocole s'il est propriétaire.

Cependant, il existe des solutions d'interface permettant une intégration au protocole. Le choix des équipements multimédia, s'il est prévu de les intégrer au système de gestion domestique, devra être guidé par ce critère.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

L'HABITAT CONNECTÉ

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

19 Connexion Internet

La possibilité de contrôler ou d'interagir à distance (hors de l'habitat) offre des options étendant l'éventail des fonctions (il n'est plus nécessaire d'être dans l'habitat pour utiliser la plupart des possibilités offertes par le système). Il est cependant utile de s'assurer de la sécurité informatique lors des accès au système domestique.

19.1 Accès par Internet

19.1.1 Accès direct par son FAI

Dans cette approche (figure 19.1 – trajet ①), le contrôleur local est connecté au routeur qui permet une liaison au fournisseur d'accès Internet (FAI) habituel. L'accès à son réseau domestique se fait en se connectant directement.

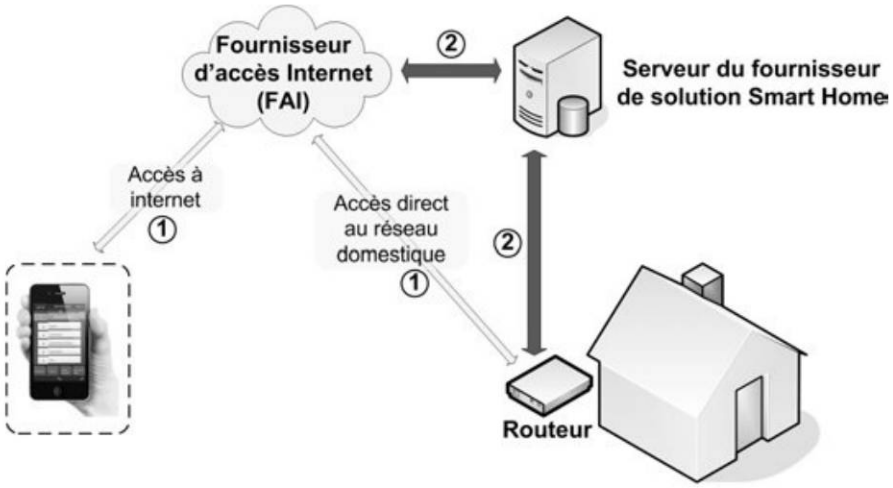


Figure 19.1 Options d'accès par Internet au système domestique

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

19.1.2 Accès par le site du fournisseur de solution *smart home*

Certains fournisseurs de solution globale ou de box requièrent de passer par leur serveur pour accéder au contrôle de son équipement domestique (figure 19.1 – trajet ②). Si l'argument principal avancé est la sécurisation des transmissions, il ne faut pas non plus perdre de vue que parfois ce système est payant (abonnement).

L'autre aspect est la fiabilité de la connexion. Si, pour un FAI, le suivi et la maintenance sont assurés en permanence, rien n'indique que la même approche est utilisée par le fournisseur d'équipement *smart home*. Que faire alors si une panne du serveur non réparée vous bloque l'accès à votre réseau domestique pendant plusieurs heures ?

19.2 Consommation électrique des solutions avec accès Internet

En 2013, plus de 2,4 milliards d'utilisateurs d'Internet connectés à plusieurs centaines de milliers de serveurs (*data centers*) consommaient l'électricité produite par l'équivalent de trente centrales nucléaires, soit environ 10 % de l'électricité mondiale. L'efficacité énergétique de ces serveurs est encore faible, l'électricité étant principalement transformée en chaleur qu'il faut évacuer ; parfois celle-ci est récupérée. La consommation des serveurs européens en 2015 est évaluée à 100 TWh, soit celle de 8 millions de foyers. L'augmentation de consommation est due non seulement à l'utilisation d'Internet mais aussi à la quantité de données stockées (syndrome *big data*).

Chaque connexion à Internet, que ce soit pour lire ses messages, consulter un site ou se connecter à son habitat pour contrôle ou commande, contribue à l'augmentation de la consommation globale. Toutes les opérations, à partir de l'envoi de la requête jusqu'à l'affichage de la réponse à l'écran, transitent par de nombreux sites consommant chacun de l'électricité : le physicien américain Mark Mills a calculé qu'un smartphone consomme globalement autant qu'un réfrigérateur.

Une consommation électrique directe ou indirecte élevée

La consommation électrique mondiale était estimée à 19 090 TWh en 2012 (460 TWh pour la France, 3 335 kWh pour l'Europe). Internet et les serveurs consomment environ 1 500 TWh, correspondant globalement à quatre fois la consommation de la France ou aux productions d'électricité du Japon et de l'Allemagne cumulées.

Copyright © 2014 Dunod.

20 Sécurité informatique

L'habitat connecté avec accès à distance au pilotage ou aux informations communique par un protocole standard (TCP/IP). Parmi les risques associés se trouvent l'intrusion dans le système ou la contamination par un virus informatique.

20.1 Sécurité des transmissions

Le contrôle et le pilotage à distance impliquent de nombreuses étapes (figure 20.1) qui ne sont pas nécessairement toutes sécurisées ou ne le sont pas suffisamment.

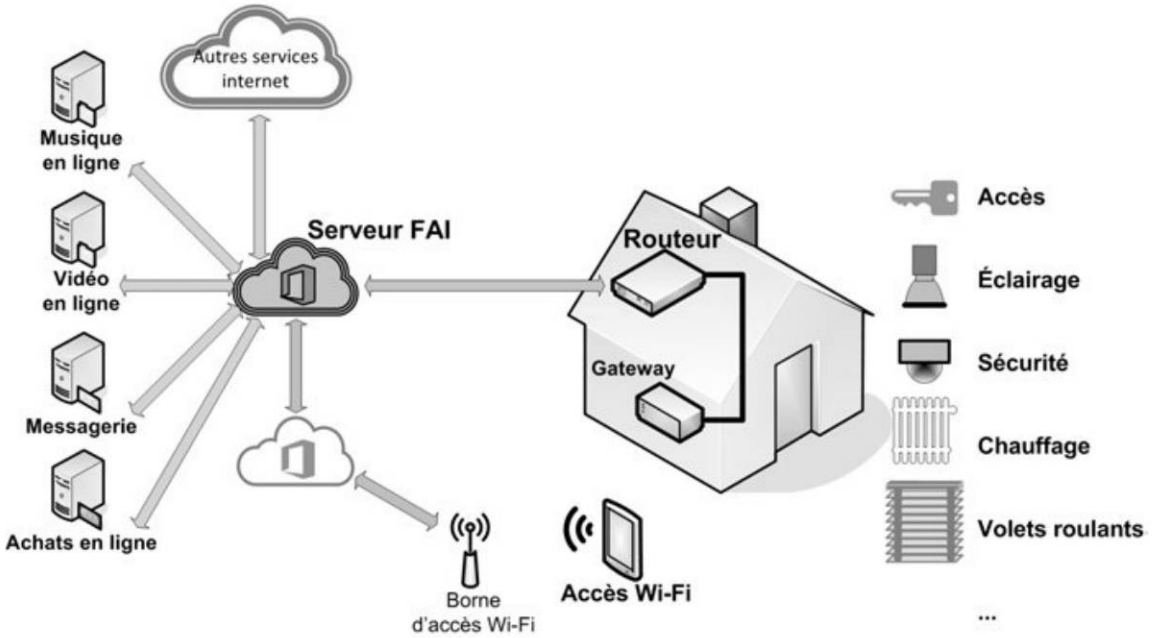


Figure 20.1 Schéma d'accès à distance aux fonctions domestiques

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

De nombreux utilisateurs ne sont pas conscients des risques, ni demandeurs d'informations sur les mesures de sécurité prises par les différents acteurs, depuis le routeur dans l'habitat jusqu'aux serveurs ou sites Internet.

20.2 Intrusion

Si l'intrusion « classique » passe par une porte ou une fenêtre, celle dans le système de gestion domestique est plus difficile à détecter ou appréhender, car elle peut se dissimuler dans tout fichier téléchargé ou certains sites visités. Elle peut aussi être facilitée par la faible protection des protocoles de communication.

Des unités de micro-cogénération facilement accessibles

La société allemande Vaillant a commercialisé en 2012 une unité de micro-cogénération pouvant être commandée à distance (Internet ou une App). Un site d'information allemand a pu avoir accès à la base de données de Vaillant avec les informations sur chaque client, y compris les mots de passe pour l'accès à l'équipement. Il a été ainsi possible au site de se connecter, à titre d'exemple, sur l'unité d'un client et d'en prendre le contrôle. Il aurait été possible de programmer une fonction pouvant entraîner un dysfonctionnement ou des dégâts à l'équipement ou à l'habitat. Si la sécurité a été améliorée depuis, il est facile d'imaginer tous les autres équipements aussi peu protégés.

De nombreux exemples ont montré la vulnérabilité des équipements connectés à Internet, quels qu'ils soient, ou des sites, même ceux devant, *a priori*, être considérés comme sûrs. Ils ne sont pas nécessairement visés mais peuvent servir de relais pour une cyberattaque.

Sites attaqués

En juin 2013, près de 6 millions d'utilisateurs de Facebook ont eu accès à des données privées de leurs contacts qu'ils n'auraient pas pu consulter normalement.

En octobre 2013, le site d'Adobe subit une attaque et 38 millions de données clients sont « récupérées », y compris le numéro des cartes de crédits (cependant cryptés).

En janvier 2014, les données de plus de 110 millions de cartes de crédit de clients de la chaîne Target aux États-Unis ont été piratées. L'intrusion a eu lieu dans les ordinateurs des différents magasins.

De nombreux organismes, sociétés, administrations ou journaux (New York Times, Wall Street Journal…) ont fait l'objet d'intrusions avec parfois accès à des données confidentielles.

Copyright © 2014 Dunod.

Intrusions dans l'habitat

Quelques exemples montrent le manque de sécurité des systèmes domestiques, que ce soit du côté installation ou utilisateur.

En juillet 2013, il a été possible à une journaliste du journal *Forbes* et à une équipe d'une société spécialisée en sécurité d'accéder aux installations de plusieurs familles en différents lieux des États-Unis utilisant le protocole Insteon. Elle a pu visualiser l'installation et, en informant les occupants, contrôler l'éclairage, par exemple. Les informations recueillies lui ont même permis de localiser certaines maisons.

Les LED Hue de la société Philips, qui sont pilotables par une App, ont été « piratées » par un expert indien utilisant un logiciel espion. D'autres possibilités d'accès au contrôle de ces lampes ont aussi été mentionnées.

Plus anecdotique mais pas moins inquiétant est le piratage des toilettes de la société Lixil. Elles sont commandées par Bluetooth permettant le contrôle de la levée et la fermeture du couvercle ainsi que le fonctionnement de la chasse d'eau. Une App permet, si l'on se trouve dans le rayon d'action Bluetooth, de « pirater » ces toilettes (faire couler l'eau en permanence, par exemple).

Les émissions du routeur Wi-Fi qui permet l'accès au système domestique ne s'arrêtent pas à la limite de l'habitat ou du jardin. Certains routeurs ne sont pas suffisamment protégés (pas de cryptage des données critiques). En janvier 2014, un expert hollandais a pu accéder à certains routeurs en utilisant l'interface de test. Le fournisseur des routeurs, un des acteurs les plus importants, a reconnu la faille.

Les différentes attaques ont montré la vulnérabilité potentielle de tout équipement connecté à Internet. Est-il prudent (et nécessaire) de vouloir tout piloter à distance, surtout les fonctions critiques comme l'accès ou la sécurité, par exemple ?

20.3 Virus

Un des exemples les plus connus est Stuxnet qui, en 2010, devait endommager (*malware*) les centrifugeuses d'enrichissement d'uranium en Iran en s'attaquant aux systèmes de supervision (SCADA – *Supervisory Control And Data Acquisition*) des automates de contrôle PLC. Si l'origine de cette attaque reste inconnue, il semble qu'elle a eu des effets secondaires comme la neutralisation des fonctions de certains de ces automates sur d'autres sites à travers le monde.

Cet exemple de guerre informatique (cyberguerre, ou *cyber war*), qui peut être dirigée vers une compagnie ou vers un matériel précis, montre d'une part que tout équipement connecté peut être soit neutralisé, soit endommagé et, d'autre part, que

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

même si l'attaque est ciblée, rien n'indique que des équipements identiques ne soient pas indirectement impactés.

Chaque année, le salon Black Hat réunit aux États-Unis les experts dans les domaines de la sécurité informatique et de la protection contre les intrusions.

20.4 Big Brother ?

L'autre aspect de la connectivité externe est le risque de suivi de certaines activités domestiques à l'insu des utilisateurs.

Fin 2013, un développeur britannique a découvert que des téléviseurs connectés de la société LG transmettaient au siège coréen et de façon non cryptée des informations sur tout ce qui était visualisé à l'écran (films, DVD, photos). Le même reproche est fait aux *smart meters* qui permettent de connaître en détail la consommation électrique des utilisateurs et d'en déduire les équipements en service. Début 2014, une revue allemande a aussi constaté que les téléviseurs connectés de plusieurs marques envoyaient des données vers les serveurs des constructeurs.

Les données du thermostat de la société américaine Nest Labs, rachetée par Google fin 2013, permettent de connaître les habitudes et la présence des utilisateurs. Quelle autre utilisation pourrait être faite de ces informations ?

Pour les smartphones et tablettes, de nombreuses Apps peuvent transmettre la position géographique, éventuellement l'activité (App utilisée…) ou d'autres informations sans que l'utilisateur ne s'en aperçoive.

Habitat connecté ou autonome ?

Les occupants/utilisateurs se trouvent face à deux options : pouvoir contrôler toutes les fonctions (ou certaines) depuis n'importe quel endroit ou se limiter à un contrôle dans l'habitat ou le bâtiment. Dans le premier cas, cela implique une connexion entre plusieurs protocoles (interne pour les fonctions et externe pour la communication).

Cette multiplication de passerelles rend le système plus complexe, donc avec une fiabilité réduite, et augmente le risque d'intrusion externe, ciblée ou non, quelles que soient les précautions prises. Le risque doit être pesé lors du choix de l'accessibilité depuis l'extérieur.

L'autre aspect est le respect de la vie privée face aux dérives, principalement du ressort du législateur, qui doit trancher entre les intérêts économiques de certaines sociétés (fournisseurs d'énergie, par exemple) et les droits du citoyen.

Copyright © 2014 Dunod.

F

AUTRES ASPECTS LIÉS AU SMART HOME

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

21 *Smart building* : une approche différente du *smart home*

Bien que ce thème ne soit pas l'objet de cet ouvrage, il existe cependant, à côté d'importantes différences qui seront mentionnées, des similitudes, ne serait-ce que, par exemple, certains protocoles ou équipements communs. Toutes les fonctions proposées pour le *smart home* sont aussi applicables à d'autres types de bâtiments.

21.1 Un changement d'échelle

Alors que l'habitat n'utilise au maximum que quelques dizaines de modules et/ou de capteurs, un bâtiment peut en nécessiter plusieurs centaines ou milliers. Cependant, même à une échelle plus réduite (PME ou magasins, par exemple), les solutions proposées pour l'habitat sont utilisables.

21.2 De nombreux secteurs d'activité

Contrairement à l'habitat, où les fonctions à gérer sont pour la plupart identiques, les bâtiments tertiaires ou industriels couvrent des activités extrêmement différentes nécessitant, pour chaque cas, une approche spécifique.

Dans le secteur tertiaire regroupant des bureaux, des hôtels ou des commerces, les horaires d'occupation ou d'activité vont nécessiter une programmation différente.

Pour les bâtiments publics (écoles, universités…) ou accessibles au public (théâtres, cinémas, musées, stades, hôpitaux, aéroports…), d'autres contraintes vont orienter les priorités pour l'automatisation comme la sécurité, l'accessibilité ou la surveillance.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

21.3 Des priorités différentes du *smart home*

Les motivations principales conduisant à l'automatisation de la gestion d'un bâtiment sont, selon le type, avant tout les économies d'énergie et la sécurité ou surveillance (figure 21.1).

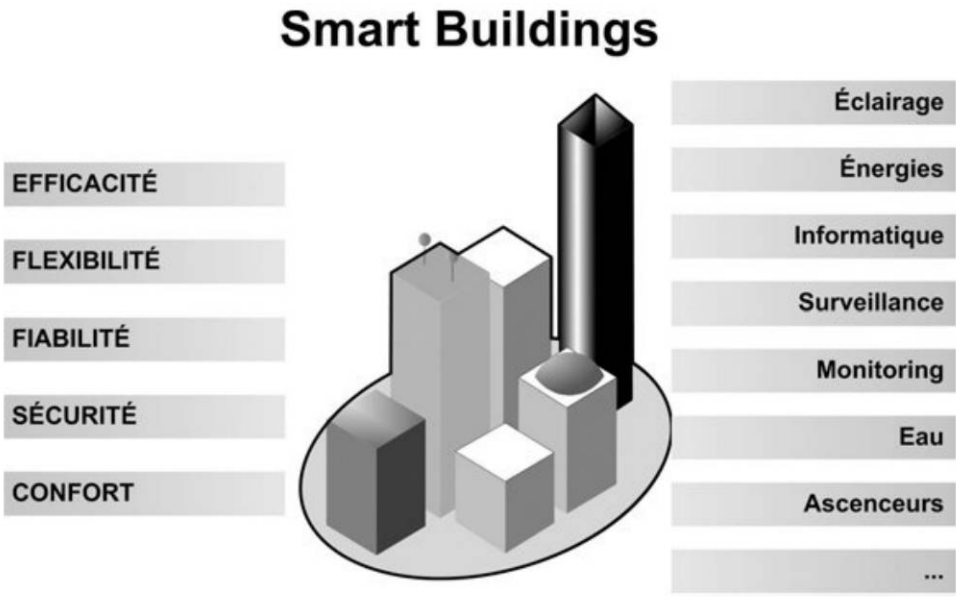


Figure 21.1 Automatisation des fonctions du *smart building*

21.3.1 Énergies

Comme pour l'habitat, le prix croissant des énergies pousse vers une gestion plus rigoureuse de leur utilisation. En 2012, près de 40 % de la consommation mondiale d'énergie concernaient les bâtiments, y compris l'habitat. De cette contribution, les secteurs industriels et tertiaires représentaient respectivement 26 et 36 % ; les 38 % restant étant dus à l'habitat.

Chauffage, climatisation, ventilation, éclairage ou informatique sont des domaines où une gestion optimale est nécessaire afin de minimiser les consommations d'énergie. Comme pour le *smart home*, des capteurs de présence, par exemple, peuvent gérer ces paramètres en fonction de l'occupation des bureaux ou ateliers.

Les bâtiments dits « à énergie positive » (c'est-à-dire produisant globalement plus d'énergie qu'ils n'en consomment) ou ceux produisant une partie de l'énergie nécessaire (surtout électricité) se développent soit sous l'influence de législations, soit pour réduire la dépendance vis-à-vis des fournisseurs d'énergie. Ils vont aussi nécessiter une gestion rigoureuse pour trouver l'équilibre entre production et consommation en gérant les équipements avec des priorités à définir.

Copyright © 2014 Dunod.

21.3.2 Sécurité

Selon le type d'activité, la sécurité du personnel, des biens et des données va être prise en compte : incendie, accès, effraction. Des normes peuvent aussi être applicables au bâtiment (accès au public, personnes handicapées…) et devront être intégrées au système de gestion.

21.3.3 Confort

Les conditions de travail (bureaux, commerces…) ou de séjour (hôtels) sont déterminantes pour une optimisation des fonctions disponibles pour le personnel ou les utilisateurs afin de leur assurer un environnement ou un confort correspondant à leurs attentes.

21.3.4 Gestion centrale

L'optimisation des ressources et la sécurité vont nécessiter une surveillance et un suivi avec l'enregistrement de nombreux paramètres. Cela peut se faire, selon la taille, soit au niveau du bâtiment, soit par un service externe connecté aux systèmes de gestion.

21.3.5 Implication du personnel

Contrairement au *smart home*, où le choix des fonctions et leur programmation sont effectués ou déterminés par les occupants, l'automatisation du *smart building* est confiée à une entreprise ou à un bureau d'études. L'implication des futurs utilisateurs à toutes les étapes est un facteur déterminant pour l'acceptation et la bonne utilisation des équipements, surtout dans les bureaux. Chacun ayant des préférences personnelles, une non-considération pourra entraîner une non-utilisation ou un rejet de l'automatisation. Malgré un fonctionnement automatique des volets roulants ou de brise-soleil, certains préféreront, par exemple, profiter du soleil et vouloir une commande manuelle en plus. Ce sera alors au système de gestion de réguler autrement la température ou la luminosité.

21.3.6 Aspects financiers

Si, pour le *smart home*, l'aspect confort est souvent mis en avant, pour les gestionnaires des bâtiments, le retour sur investissement est un facteur important. Seule une gestion optimisée possible par une automatisation des fonctions importantes (énergies), une fiabilité et interopérabilité des équipements installés assureront un fonctionnement sans interruption avec une pérennité de l'installation.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

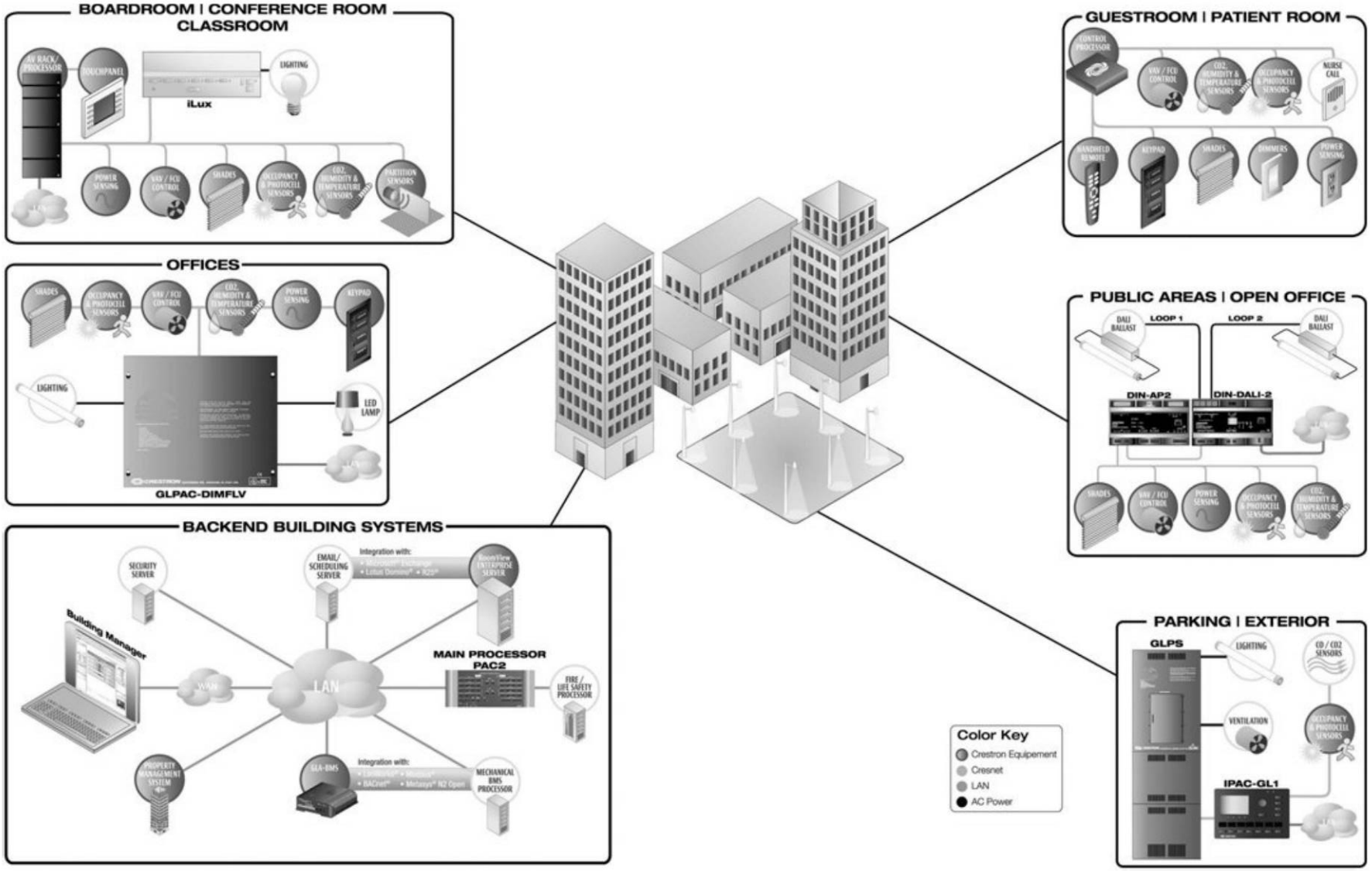


Figure 21.2 Gestion des fonctions d'un *smart building*
Source : Crestron

21.4 Quels protocoles ?

Selon la taille et la destination du bâtiment, le ou les protocoles doivent permettre de gérer de très nombreux capteurs ou actionneurs (figure 21.2). Cela peut être aussi bien des protocoles standards (KNX, BACnet, LONworks, EnOcean ou ZigBee) associés à d'autres spécifiques (DALI ou Modbus, par exemple) ou propriétaires (LCN, Crestron…).

Parfois, plusieurs protocoles sont utilisés afin de bénéficier des avantages de chacun : une structure de base filaire basée sur KNX ou LCN, par exemple, sera associée à des modules et capteurs sans fil et sans batteries EnOcean.

Smart building : une gestion tournée vers l'efficacité

Si, par les exigences, l'approche *smart building* diffère de celle du *smart home*, les mêmes protocoles, dans la mesure où ils répondent aux cahiers des charges fonction du type de bâtiment, peuvent assurer la gestion des diverses fonctions. D'autres plus spécifiques (mesure d'énergie, gestion de l'éclairage) complètent l'installation pour une optimisation des ressources.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

22 *Ambient Assisted Living* (AAL)

Sous ce terme, que l'on pourrait traduire par « maintien à domicile », se cachent toutes les approches pour adapter l'habitat à l'âge, à la maladie ou au handicap afin de maintenir une qualité de vie tout en restant chez soi.

22.1 Le vieillissement de la population

Une tendance mondiale est l'augmentation de l'espérance de vie due, entre autres, aux progrès de la médecine et à une meilleure alimentation. Si cette espérance augmente, celle d'années en bonne santé (*Healthy Life Expectancy* – HALE), sans limitations d'activités, est globalement plus faible (figure 22.1). On estime qu'en 2025 près de 30 % de la population des pays développés aura plus de 60 ans (près de 40 % au Japon et en Allemagne). Avec l'âge, le nombre de personnes requérant des soins à domicile augmente : de l'ordre de 10 % pour celles de plus de 60 ans à plus de 25 % pour les plus de 85 ans.

Un vieillissement généralisé

En 2013, plus de 5,6 millions de Français ont plus de 75 ans, chiffre qui va passer à 8 millions en 2030. Au Japon, en 2010, les personnes de plus de 65 ans représentaient 23 % de la population et ce chiffre pourrait monter à 60 % en 2060 !

Si le maintien à domicile est une approche à envisager aussi bien pour l'aspect financier que psychologique, une adaptation de l'habitat est souvent nécessaire afin d'assurer une qualité de vie et d'éviter les risques auxquels ces personnes peuvent être soumises (chute, perte de connaissance, perte de repères…).

Copyright © 2014 Dunod.

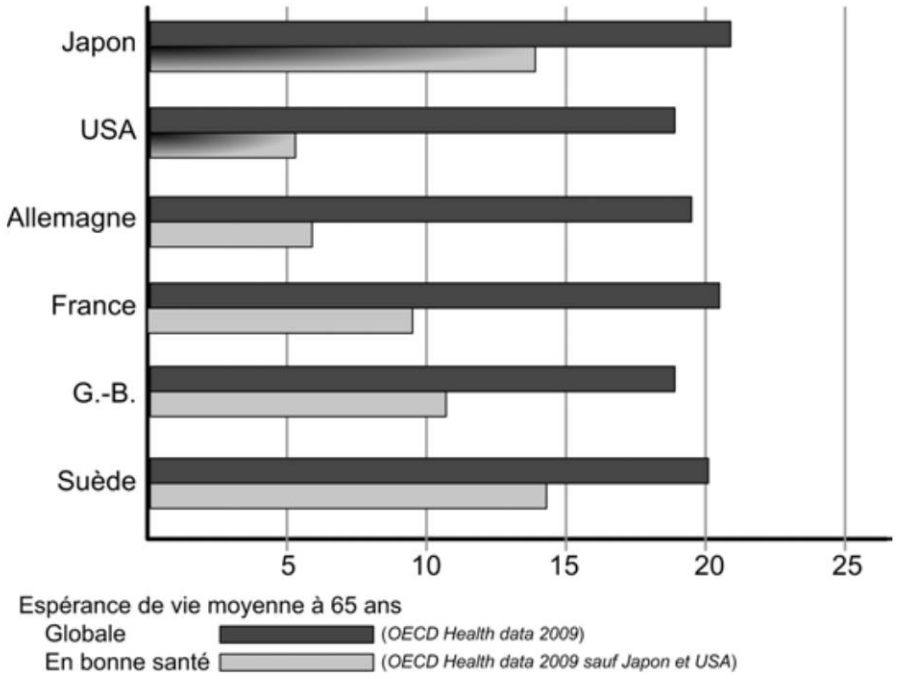


Figure 22.1 Espérance de vie globale et en bonne santé à 65 ans
Source : Données OCDE

22.1.1 Adaptation de l'habitat à l'âge ou au handicap

Avant toute étude pour déterminer quelle automatisation est nécessaire, l'habitat doit être adapté (pour l'existant) ou conçu (pour le neuf) en fonction de l'âge, de la maladie ou du handicap. Les mesures peuvent être :

- redistribution des pièces ;
- aménagement ou adaptation des équipements domestiques (WC et lavabos de hauteur réglable, douches, cuisine ergonomique…) ;
- largeur des portes et couloirs ;
- accès (rampe, monte-personne…) ;
- motorisation de certaines portes et fenêtres ;
- localisation des prises électriques (pas au sol, par exemple) ;
- …

22.1.2 Autres dépendances

Les personnes âgées ne sont pas les seules nécessitant une surveillance ou une assistance : toute personne présentant un handicap requiert aussi une adaptation de l'habitat. Cela peut aller de l'accessibilité aux commandes (boutons-poussoirs…), pour les personnes en fauteuil roulant, à l'accès aux étages, pour celles ayant du mal à se déplacer.

Copyright © 2014 Dunod.

La malvoyance, par exemple, concerne plus de 50 millions de personnes en Europe et en Amérique du Nord. En France, l'Institut de la vision a développé une plateforme de recherche, HomeLab, dédiée aux personnes présentant une déficience visuelle. Cet appartement permet de tester différentes solutions, que ce soit au niveau du mobilier, de l'électroménager ou de la gestion d'autres fonctions. Les interrupteurs lumineux ou avec voyant peuvent jouer le rôle de balises d'orientation (figures 22.2 et 22.3).



Figure 22.2 Institut de la vision – Interrupteurs Kallysta
Source : Hager



Figure 22.3 Institut de la vision - Interrupteurs Kallysta
Source : Hager

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

22.2 Des technologies *smart home* adaptées à la situation

Les équipements pour l'automatisation domestique doivent être adaptés à la situation des occupants (âge, type de handicap…) afin de réduire les efforts physiques ou de procurer une sécurité sans intervention. Par exemple, une télécommande unique pour tous les équipements pilotables permet d'avoir un contrôle permanent sur soi ; des détecteurs de passage assurent une sécurité le soir, la nuit ou dans des endroits obscurs sans avoir à utiliser un interrupteur ; la lisibilité des informations affichées est assurée (écran, boutons-poussoirs…).

22.2.1 Tapis de détection de position

La société allemande **Future-Shape** a mis au point un tapis de sol avec des capteurs intégrés (figure 22.4). Chaque élément se compose de huit zones sensibles reliées à un circuit électronique. Cette configuration, associée à une unité de traitement des données, permet de détecter la position de tout appui sur le tapis et soit de transmettre une alarme, soit d'activer un équipement (éclairage, ouverture de porte – figure 22.5).

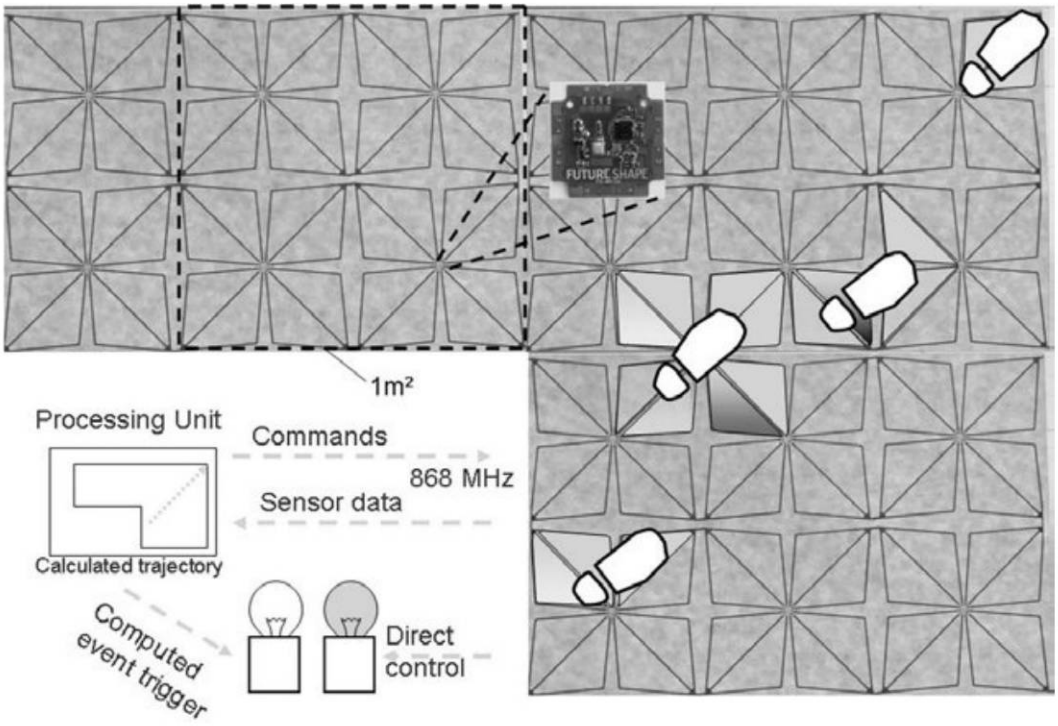


Figure 22.4 Principe du tapis SenseFloor
Source : Future-Shape

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 22.5 Tapis SenseFloor comme détecteur pour l'ouverture automatique de porte
Source : Future-Shape

Dans les établissements spécialisés, une alarme visuelle (feux vert/orange/rouge) placée dans le couloir renseigne immédiatement le personnel.

Les applications envisageables pour l'habitat aménagé sont multiples (figure 22.6) :

- détection d'accès (position ①) ;
- ouverture automatique de porte (position ⑥) ;
- activation de l'éclairage la nuit (position ③) ;
- détection de chute (position ⑤) ;
- détection d'intrusion (position ⑧).



Figure 22.6 Applications du tapis SenseFloor dans un habitat aménagé
Source : Future-Shape

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

22.2.2 Intégration au *smart home*

La mise en réseau de différents équipements domestiques, que ce soit ceux assurant les fonctions habituelles (éclairage, volets roulants…) ou ceux spécifiques à l'âge, à la maladie ou au handicap, qui ne serait pas possible sans un protocole commun, permet aussi, par exemple, de réduire les risques : un détecteur de fumée ou de chaleur pourra surveiller la cuisinière (gaz ou électrique) et éviter un incendie ou une intoxication en cas d'oubli.

22.3 Éthique et acceptation des technologies

Si des technologies adaptées sont souhaitées par le personnel soignant et les organismes sociaux afin de faciliter leur tâche, elles peuvent être rejetées par les personnes directement concernées. Elles peuvent être vues comme trop complexes ou inadaptées pour un usage régulier ou comme une intrusion dans la vie privée. Elles peuvent aussi être rejetées en tant que technologies par choix de vieillir « naturellement ».

Dans chacun des cas de rejet ou de refus, la personne concernée doit être le centre d'une réflexion d'adaptation de l'approche.

Expérimentations

De nombreux projets ont été ou sont menés dans différents pays. On se référera aux nombreuses publications disponibles : projets ADHORA ou ESOPPE en France, ENABLE ou e-Home de l'Université de Vienne en Autriche, SENTHA ou PAUL en Allemagne…

AAL : ne pas oublier le facteur humain

Si les technologies décrites peuvent faciliter la vie de personnes âgées ou dépendantes, il ne faut pas perdre de vue que la qualité de vie est aussi basée sur des contacts humains. Un exemple en est la télémédecine : si, avec un médecin près du malade et un spécialiste en communication audiovisuelle, elle peut être justifiée, mettre simplement quelques capteurs transmettant les informations à un médecin, c'est ignorer l'aspect psychologique vu par le malade et l'aspect contact avec le corps du malade pour le médecin. L'aspect soin (*care*) au sens global (patient et personnel soignant) est un facteur important dans nos sociétés : l'automatisation ne doit pas réduire le contact humain.

Copyright © 2014 Dunod.

23 Robots et assistance

Dans une vision (utopique ?) du robot domestique, celui-ci est souvent représenté avec un aspect extérieur « humain » et vu comme une aide ou une assistance à domicile et parfois même comme un compagnon. Qu'en est-il en réalité ?

Le terme (« *roboti* » à l'origine) a été créé par l'auteur tchèque Karel Čapek en 1920 dans la pièce intitulée *R.U.R.* ou *Rossum's Universal Robots*. Il provient d'un mot slave, « *rabota* », signifiant « travail forcé » car, dans la pièce de Čapek, les *roboti*, qui ont tout de l'humain sauf une âme, sont fabriqués par une société de biotechnologie pour effectuer tous les travaux que les hommes ne voulaient plus réaliser.

Si les robots sont très répandus dans le monde industriel (du moins dans certains pays), ceux dits de présence ou service (pour une utilisation directe par des personnes, à différencier par exemple des robots utilisés dans les hôpitaux comme assistance médicale) n'en sont qu'aux premiers balbutiements.

23.1 Le robot domestique

23.1.1 Robot de compagnie (*robot companion*)

La principale fonction de ces robots est d'assurer une présence, une communication audio et visuelle et parfois une aide limitée. Le robot Kompaï (figure 23.1) de la société française **Robosoft** fait partie de cette catégorie.

Pour ses déplacements, le robot, après apprentissage de la topologie de l'habitat, se localise et peut se rendre dans n'importe quelle pièce, si l'ordre (commande vocale « *va à la cuisine* », par exemple) lui en est donné. Il peut aussi se déplacer de façon autonome pour rejoindre la station de charge de sa batterie, par exemple. Si nécessaire, le robot peut être piloté à distance pour se déplacer.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 23.1 Robot Kompaï
Source : Robosoft

L'interface tactile permet aux utilisateurs soit d'accéder aux fonctions offertes par le robot, soit d'appeler un agenda pour entrer des actions ou des rappels à programmer (figure 23.2).



Figure 23.2 Écrans du robot Kompaï
Source : Robosoft

Fin 2013, près d'une trentaine de robots était en service dont deux ayant été évalués pendant 700 jours auprès de patients de plus de 80 ans. Les développements futurs s'orientent vers le suivi d'une personne, par exemple.

Copyright © 2014 Dunod.

De très nombreux autres robots de compagnie ont été et sont en évaluation dans de nombreux pays soit dans le cadre de projets d'entreprise, soit dans celui de projets régionaux, nationaux ou européens.

23.1.2 Robot de service

Souvent, ce robot peut être envisagé comme autonome, c'est-à-dire qu'il reconnaît et gère son environnement et ses actions à partir des capteurs et des programmes internes ou faisant partie d'un réseau domestique.

Robot indépendant

Les approches portent sur l'interface avec l'homme (reconnaissance vocale ou gestuelle, détection de mouvements ou de position…) afin de commander le robot ou pour qu'il réalise de façon autonome certaines actions.

Cette famille comprend de nombreux modèles, souvent des prototypes. Dans de très nombreux pays (Japon avant tout, États-Unis, Allemagne, France, Suisse…), des sociétés ou des laboratoires développent et/ou testent de tels robots.

En Allemagne, l'institut **Fraunhofer IPA** a développé la famille de robots Care-o-Bot dont la version 3 (figure 23.3) a été présentée en 2008. Ce robot d'une hauteur de 1,45 m et pesant 180 kg est muni de deux bras articulés lui permettant de saisir ou de présenter tout objet qu'il peut manipuler (bras) ou présenter (tablette). Un capteur 3D lui permet d'analyser son environnement et de saisir cet objet.



Figure 23.3 Robot Care-o-Bot 3 récupérant une bouteille d'eau
Source : Fraunhofer IPA

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le capteur 3D lui permet aussi d'éviter d'entrer en contact avec toute personne proche lors de la remise d'un objet, par exemple (figure 23.4).



Figure 23.4 Robot Care-o-Bot 3 apportant une bouteille d'eau
Source : Fraunhofer IPA

Le robot est équipé d'une webcam et l'écran de la tablette (figure 23.5) permet l'affichage de l'image du correspondant (ou toute autre image). Le programme propose aussi différentes activités ludiques comme des jeux.



Figure 23.5 Robot Care-o-Bot 3 en mode communication
Source : Fraunhofer IPA

Copyright © 2014 Dunod.

Pour la surveillance médicale (figure 23.6), les données des différents équipements peuvent être transmises au robot qui peut soit les retransmettre, soit les analyser et, selon les scénarios programmés, agir en conséquence.



Figure 23.6 Robot Care-o-Bot 3 et assistance au contrôle de santé
Source : Fraunhofer IPA

En cas d'urgence (chute d'une personne – figure 23.7), il est possible à un intervenant extérieur (*call center*, infirmières…) de visualiser la scène et, si possible ou nécessaire, d'entrer en contact avec la personne en difficulté.



Figure 23.7
Robot Care-o-Bot 3 en mode assistance d'urgence
Source : Fraunhofer IPA

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Le robot Care-o-Bot 3 a été évalué soit dans le cadre de programmes européens, soit dans différents établissements pour décharger le personnel de tâches répétitives.

Intégration au réseau *smart home* : réseau robotique

L'utilisation domestique d'un robot de service peut aussi être basée sur un réseau pour lui permettre d'effectuer avec flexibilité le maximum de tâches. Ce pourrait être des capteurs (pour position ou guidage, repérage d'appareils comme l'électroménager ou l'audiovisuel…). Afin de l'alléger, un serveur externe à ce robot (figure 23.8) pourrait le piloter (projet RoboMaidHome conduit par le KITECH – Korea Institute of Industrial Technology – en 2007).

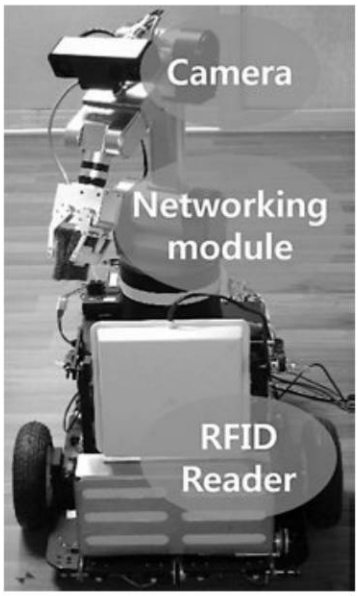


Figure 23.8
Robot SmaRob-I
Source : Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

Le pilotage et la localisation des objets et de l'environnement utilisaient les protocoles ZigBee et RFID (figure 23.9). Certains objets (lampes), équipements électroménagers, mobilier avec lesquels le robot devait interagir étaient équipés de tags RFID. La localisation du robot dans la pièce était assurée par un capteur placé au plafond.

Cette approche se caractérise par l'utilisation de technologies intégrées au *smart home* (protocole ZigBee) pour localiser le robot et permettre une interaction avec son environnement.

Copyright © 2014 Dunod.

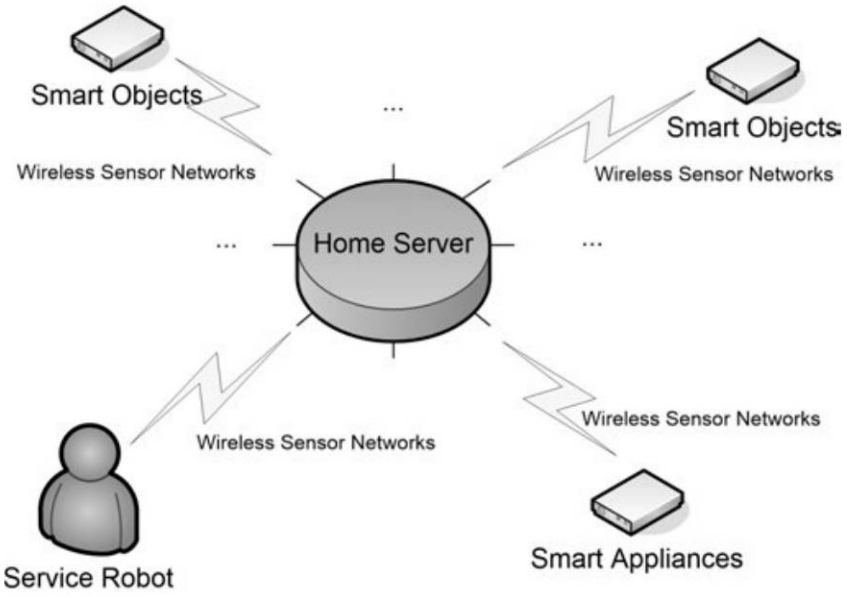


Figure 23.9 Environnement robotique du projet RoboMaidHome
Source : Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

23.1.3 Robot « intelligent »

Le terme « intelligent » ne s'applique ici que par rapport au robot de service. Les développements portent sur une autonomie basée sur l'action à effectuer sans aide extérieure : le robot doit appréhender la demande (apporter une boisson ou un médicament, aider à se lever) et agir en conséquence.

Un des robots les plus sophistiqués (PR2 de **Willow Garage** – figure 23.10) effectue quelques actions que l'on peut considérer comme complexes pour un robot, mais les commandes doivent passer par un ordinateur. Ce robot dont existait une cinquantaine d'exemplaires en 2013 coûtait en version de base 280 000 US $.

Cependant, on est encore loin d'une autonomie totale de ces robots :

- les fonctions sont malgré tout encore limitées (complexité de programmation) ;
- leur coût est encore très élevé (plusieurs centaines de milliers d'euros) ;
- ils ne sont encore qu'en faible nombre, la plupart dans des instituts de recherche.

Hors robots, certains équipements assurent des fonctions bien précises et bien définies, ce qui limite les interactions avec l'homme pouvant présenter des dangers. Par contre, un robot domestique doit agir dans un milieu variable et changeant qu'il ne contrôle pas et sur lequel il n'a aucune influence.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 23.10 Robot PR2
Source : Willow garage

Encore un long chemin jusqu'au robot de service utile

Les expérimentations faites ou en cours montrent la difficulté à développer un robot qui apporterait une aide de façon autonome. Si l'on prend l'exemple d'une demande de la personne pour avoir une boisson (« *apporte-moi la cannette orange dans le réfrigérateur* »), on s'aperçoit de la difficulté de l'exercice :

- interprétation correcte de la phrase (apporte-moi = chercher quelque chose et l'apporter au demandeur, donc localiser sa position ; cannette orange = objet à rapporter ; réfrigérateur = lieu de recherche) ;
- localiser le réfrigérateur (avoir une topologie de l'habitat) ;
- ouvrir le réfrigérateur (programmation ou apprentissage préalable du système d'ouverture) ;
- chercher une cannette orange donc avoir en mémoire une description d'une cannette (que faire si elle n'est pas visible ou seulement partiellement ? comment faire une recherche dans le réfrigérateur ? quoi déplacer puis remettre en place si elle est derrière d'autres objets ?) ;
- rapporter finalement la cannette au demandeur, si elle a été trouvée !

Un être humain satisfera cette demande en quelques secondes sans hésitation. Il ne s'agit là que d'une demande simple. En imaginer de plus complexes montre tout le chemin à faire pour arriver à un vrai robot de service.

Copyright © 2014 Dunod.

23.2 Les robots humanoïdes

Il s'agit de robots ayant une apparence « humaine » et surtout un visage comprenant les organes auxquels nous sommes habitués (yeux et bouche mobiles, par exemple) ainsi qu'une imitation des mouvements et physionomies.

C'est au Japon que ce type de robot est le plus développé – Repliee Q2 de l'Université d'Osaka, par exemple (figure 23.11) – sans que leur utilisation domestique ne soit encore vraiment mise en avant, car ils restent avant tout des expérimentations.



Figure 23.11 Robot humanoïde Repliee Q2
Source : Université d'Osaka

Les « lois » de la robotique

L'écrivain américain de science-fiction Isaac Asimov a créé en 1942, dans la nouvelle *Runaround*, des règles régissant le comportement de robots au service de l'homme :

- première loi : un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser un humain exposé au danger ;
- deuxième loi : un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi ;

…

Copyright © 2014 Dunod.

- troisième loi : un robot doit protéger sa propre existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.

Aujourd'hui, les robots domestiques sont encore bien loin d'être optimisés et, vu la technologie actuelle, il est difficile d'envisager comment implanter ces lois. Il reste donc beaucoup de chemin à faire.

« *The uncanny valley* »

Sous cette dénomination se cache le niveau d'acceptation d'un robot par une personne. Le concept a été développé par le chercheur japonais Masahiro Mori en 1970. Il avait étudié l'arrivée de robots domestiques sophistiqués et *presque* humains dans leur apparence. Le terme « presque » était le problème, car le degré d'identification avec un robot (figure 23.12) diminue avec la ressemblance aux êtres humains. Cette courbe présente un minimum (« *the uncanny valley* ») indiquant une réaction de répulsion.

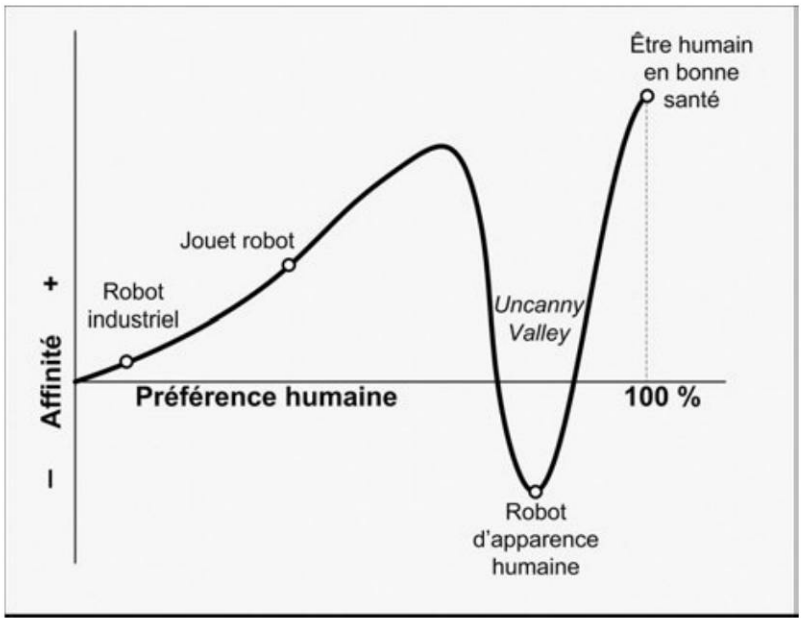


Figure 23.12 « *The uncanny valley* » (d'après Masahiro Mori)

La conclusion de Masahiro Mori est d'éviter cette zone en renonçant à trop de réalisme dans la forme des robots.

Cette conclusion est corroborée par les résultats de plusieurs études montrant qu'une faible proportion (moins de 20 %) de personnes accepterait un robot humanoïde.

Copyright © 2014 Dunod.

Robot anthropomorphe : une vision négative

Si le cinéma ou la télévision ont introduit les robots dans les scénarios, ceux anthropomorphes sont souvent vus de façon négative ou menaçante (la réplique de Maria dans *Metropolis*, les replicants révoltés dans *Blade Runner* ou dans la série suédoise *Real Humans*). Les robots perçus comme « sympathiques » ou utiles sont ceux qui ont soit une structure « humaine » (pieds, bras, tête…), mais avec un aspect mécanique (C3PO dans *Star Wars*, Robby dans *Forbidden Planet*), soit sont simplement un assemblage mécanique (R2D2 dans *Star Wars* ou *Wall-E*, par exemple).

23.3 Acceptation du robot domestique

Avant l'introduction éventuelle d'un robot domestique dans l'entourage d'une personne, il est nécessaire de se pencher sur ce qu'elle attend sur le plan pratique et social, sur les valeurs qui lui sont importantes… Comme toute technologie d'assistance, un robot domestique doit être accepté par la personne concernée. L'acceptation, le refus ou le rejet ne sont pas nécessairement liés à l'âge.

La forme sous laquelle se présente ce robot est aussi un facteur important. Sans aller jusqu'à un robot humanoïde, celui-ci peut être tout simplement une prothèse améliorant la vie quotidienne, un déambulateur ou un fauteuil roulant « intelligents », un robot fonctionnel assurant quelques tâches limitées ou un robot d'assistance « non humain ». Une étude commanditée par la Commission européenne en 2012 (Eurobarometer 382 : *Public Attitudes Towards Robots*) a montré que 60 % des personnes interrogées dans les 27 pays de l'UE pensaient que l'utilisation de robots pour prendre en charge des enfants, personnes âgées ou handicapées devrait être interdite.

Expérimentations

De très nombreuses expérimentations ont été ou sont conduites afin d'appréhender les possibilités et l'acceptation d'un robot domestique. Le point important est l'acceptation par les patients et le personnel aussi bien des services proposés par le robot que de sa présence.

Les différentes expérimentations menées dans de nombreux pays montrent que cette technologie peut se révéler utile au point de vue présence à domicile, aide au personnel soignant, mais que la maturité est encore loin d'être atteinte, surtout au point de vue fiabilité, « intelligence » et intégration non intrusive de ces robots.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

23.4 Robots ou équipements adaptés ?

Robots multitâches devant s'adapter à l'environnement avec toute la complexité associée ou équipements conventionnels « robotisés » ? Cette seconde approche est favorisée par Francesco Mondada du Centre national de compétences en robotique de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), qui favorise une « robotisation » de l'environnement, c'est-à-dire une automatisation des objets de la vie quotidienne.

Parmi les prototypes, on peut citer les déambulateurs motorisés et équipés de capteurs (Guido Robotic Walker de l'Université de Pittsburgh aux États-Unis ou robuWALKER de la société française Robosoft), les aides au personnel soignant (Robohelper Sasuke de la société japonaise Muscle Corp. ou Patient Transfer Assist de Toyota Motor Corp. pour la manipulation assistée des personnes âgées, malades ou handicapées).

Quel avenir pour les robots domestiques ?

Remplacer l'homme ? L'imaginaire des écrivains, des scénaristes ou des développeurs s'est envolé et s'envole encore, présentant l'utilisation de robots comme une « délivrance » apportant, selon les cas, aide, autonomie, compagnie…

L'autre aspect motivant ces développements, en dehors du défi technologique, est aussi le marché potentiellement important dû principalement au vieillissement de la population. Les freins en sont un coût encore trop élevé et une technologie pas encore stabilisée ni mature pour une commercialisation.

Copyright © 2014 Dunod.

24 Smart technologies, smart objects

Dans la même approche que l'habitat connecté, différents objets soit de la vie quotidienne, soit de nouvelles applications sont équipés de capteurs et d'une liaison (généralement Wi-Fi) vers un smartphone ou une tablette. Ces objets sont cependant pour la plupart développés sans lien avec un protocole *smart home*.

24.1 *Smart objects*

Objet « intelligent » ? Objet connecté ? Ces appellations désignent le plus souvent des objets contrôlables et/ou consultables par une App (Android ou iOS).

24.1.1 Objets connectés ?

Ces objets sont-ils vraiment connectés ? Une connexion dans le cadre du *smart home* suppose une intégration aux autres fonctions de l'habitat, ce qui est très rarement le cas, la liaison étant uniquement celle au smartphone ou à la tablette.

De nombreux exemples ont été présentés, parfois commercialisés ou en développement. Ceux décrits ci-dessous sont ceux ayant, ou qui pourraient avoir, un lien avec le *smart home*.

Utiles ou futiles ?

Les différents objets connectés commercialisés ou présentés sous forme de prototypes peuvent éveiller soit l'intérêt, soit la curiosité, soit le doute sur la nécessité de les connecter.

iKettle est une **bouilloire** (figure 24.1) commandée par Wi-Fi avec une commande possible des différentes fonctions comme température de l'eau ou maintien de la température, le tout lié à l'heure programmée sur le smartphone.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 24.1 Bouilloire avec connexion Wi-Fi
Source : iKettle

Des **pèse-personnes** (figure 24.2) ou des équipements de **mesure de la tension artérielle** (figure 24.3) permettent de suivre l'évolution de son poids ou de sa tension par l'enregistrement des données à chaque pesée ou mesure.



Figure 24.2
Pèse-personne connecté
Source : HMM Holding AG

Une intégration directe au protocole EnOcean

La société suisse BootUp a intégré dans son logiciel myHomeControl Vitaldaten la possibilité de récupérer les données issues de certains équipements de la société HMM Holding AG (mesure de tension artérielle, de taux de glucose et de poids). Il est ainsi possible de traiter ces données par le logiciel et de les intégrer à un des protocoles (pour diffusion ou affichage) que le logiciel permet de contrôler (alarme, commande d'équipements domestiques…).

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 24.3 Mesure de tension artérielle connectée
Source : HMM Holding AG

Différentes **serrures** commandées par smartphone soit permettent l'ouverture de la porte, soit établissent une communication par Internet (auditive ou visuelle) en cas d'absence.

Toute une série d'équipements que l'on pourrait classer dans les catégories santé (*health*), bien-être (*wellness*) ou forme (*fitness*) comme la mesure de la tension, du rythme cardiaque ou du sommeil, par exemple, sont aussi connectés à un smartphone pour l'affichage et l'enregistrement des données.

Les **chaussures de sport** avec capteurs permettent à ceux/celles qui les utilisent de suivre leur parcours et d'enregistrer différents paramètres. Le module Speed Cell de la société Adidas se fixe sur une chaussure et communique avec un smartphone en transmettant, entre autres, la distance parcourue et la vitesse.

Marché numérique de la santé et autodiagnostic

De nombreuses applications, parfois avec un accessoire à connecter, utilisent un smartphone pour « veiller » sur notre santé (optomètre, électrocardiographe, glucomètre, asthme…) en mesurant certains paramètres. À côté des problèmes de sécurité et de vie privée (à qui et comment sont transmises les données) se pose le problème du diagnostic laissé soit à l'utilisateur avec une aide informatique, soit à une société de service qui ne se base que sur les données transmises. Il reste que chaque application reste indépendante de tout standard *smart home* et utilise sa propre App.

Copyright © 2014 Dunod.

Des **équipements électroménagers** (réfrigérateur, four ou lave-linge des sociétés Samsung ou LG, par exemple) peuvent aussi avoir une connexion Internet, sans être reliés au système de gestion de l'habitat.

Quelle sécurité ?

La plupart des objets utilisent une liaison Wi-Fi. Si, pour certaines applications, la sécurité informatique peut être considérée comme secondaire, pour d'autres (serrure, par exemple), elle est primordiale afin d'éviter une intrusion non désirée. Cet aspect n'est pas toujours mentionné (ni assuré ?) par les développeurs d'Apps.

D'autres objets (bouilloire, machine à café, four…) nécessitent cependant la présence d'une personne sur place afin de vérifier certains paramètres ne pouvant pas toujours être transmis (« *ai-je bien mis le poulet au four avant de partir ? y a-t-il de l'eau et du café dans la machine à café ou dans la bouilloire ?* »).

24.1.2 Un manque d'unification des interfaces – One App for All ?

À ce jour, pratiquement chaque objet domestique (au sens large) ou personnel connecté présenté dans cet ouvrage communique avec un smartphone ou une tablette par Wi-Fi, ou Bluetooth pour certains. Chacun nécessite aussi sa propre App et il n'y a aucune passerelle entre les différentes Apps.

Internet des objets et *smart home*

L'Internet des objets (IoT – *The Internet of Things*, terme créé par le MIT fin des années 1990) est une approche considérant que, avec la miniaturisation des circuits et des capteurs, il serait possible par l'intermédiaire d'Internet de commander des appareils, même s'ils ne sont *a priori* pas prévus pour une telle utilisation.

La première « expérimentation » a été faite en 1991 à l'Université de Cambridge, où une cafetière était connectée au réseau par vidéo permettant de savoir s'il restait ou non du café.

24.1.3 Sécurité et santé

La multiplication d'objets connectés (plusieurs centaines de millions prévus) entraîne un questionnement sur les aspects suivants :

- Les adresses IP seront-elles suffisantes ?
- Les réseaux ne risquent-ils pas d'être saturés ?

Copyright © 2014 Dunod.

- La sécurité pour éviter le craquage possible des puces RFID, de la liaison WiFi ou Bluetooth ou les risques d'intrusion indirecte dans le système domestique est-elle assurée ?
- Chaque objet connecté devient une source électromagnétique. Les constructeurs ne développent pas toujours des objets avec de très faibles niveaux d'émission ni de possibilité de mise en veille ou en sommeil de ces appareils.

Aucune réponse globale ne peut être donnée car chaque partie prenante ne considère que son objet.

24.1.4 Considérations environnementales

L'utilisation de ces objets souvent branchés en permanence implique une consommation électrique totale importante, aussi bien en veille que lors de leur utilisation, que ce soit de façon directe (consommation propre de l'objet) ou indirecte (consommation des réseaux). La durée de vie réelle de ces objets est aussi une inconnue. Ne vont-ils pas alimenter les déchetteries (obsolescence programmée directement ou non de ces objets et/ou des capteurs ou actionneurs) ? Toujours sur le plan environnemental, la consommation de piles pour les objets autonomes risque aussi d'augmenter, tous les constructeurs n'utilisant pas des batteries.

Intégration aux protocoles *smart home* ?

Le développement d'objets connectés (internes à l'habitat ou par Internet) s'effectue aujourd'hui de façon autonome, chaque constructeur concevant son équipement généralement sans relations possibles avec d'autres au point de vue communication. Cette approche est en contradiction avec l'esprit *smart objects*, qui supposerait une plateforme commune, et ne facilite pas la vie quotidienne de l'utilisateur.

Un protocole commun ou une passerelle vers un protocole *smart home* assurerait une intégration simple et une interrelation entre ces objets et faciliterait l'utilisation quotidienne.

Tous les objets connectés disponibles ou en développement ne présentent cependant pas nécessairement un intérêt pour l'utilisateur ; il existe parfois des solutions plus simples sans débauche de technologie.

24.2 *Smart textile*, e-textile

Les développements récents des nouvelles applications pour les textiles, en y intégrant des capteurs et une électronique, ouvrent de nouvelles voies dépassant l'habillement. De nouvelles fonctions intégrant des capteurs (*smart sensing*) peuvent

Copyright © 2014 Dunod.

être assurées : mesure de température du corps, du rythme cardiaque, de transpiration, d'efforts… Tous les signaux des capteurs peuvent être traités ou envoyés directement à un contrôleur pour affichage sur un écran et/ou transmission vers le médecin, par exemple.

L'institut allemand **Fraunhofer IIS** a développé en 2010 un sous-vêtement, FitnessSHIRT, équipé d'un capteur intégré à la structure textile surveillant le pouls ou la respiration et transmettant ces données. Ces dernières peuvent être enregistrées ou reçues par un contrôleur ou un smartphone. En plus de la surveillance de personnes sensibles, cet équipement pourrait être utilisé par les pompiers lors d'interventions critiques pour suivre l'état des pompiers intervenants (difficulté à respirer…). Le T-shirt connecté (D-Shirt) de la société française Smart Sensing permet de mesurer la fréquence cardiaque, l'hydrométrie ou l'activité musculaire en intégrant des capteurs fournis par la société Eolane.

La société **STMicroelectronics** a présenté en 2012 une combinaison endossable équipée de capteurs de mouvement effectués par le porteur. Parmi les applications possibles, on peut imaginer l'utilisation pour la rééducation ou la médecine sportive. Les données des capteurs sont recueillies par un contrôleur et permettent un affichage sur écran de la position du corps.

Les innovations dans ce domaine peuvent aussi bien couvrir un aspect ludique du textile, avec par exemple l'inclusion de fibres optiques traitées pour afficher un texte ou une image, qu'un aspect médical par un suivi sans contrainte (pas d'appareillage spécifique à porter). Ces applications pourront (devraient ?) s'intégrer au *smart home* pour une qualité de vie améliorée.

Copyright © 2014 Dunod.

25 *Smart grid, smart meter* et production décentralisée

Les acteurs de l'électricité (production, transport et distribution) rêvent d'un réseau regroupant tous les moyens (centrales conventionnelles, éolien, solaire photovoltaïque…) ainsi que les consommateurs afin d'optimiser production et utilisation. Ils négligent souvent la production et l'utilisation locales de l'électricité, tendance qui va en s'amplifiant.

25.1 *Smart grid*

Il s'agit d'un réseau électrique centralisé au niveau régional ou national (figure 25.1) avec une gestion « intelligente » production/consommation, idéalement en temps réel. Il s'appuie au niveau utilisateur sur les *smart meters*, qui transmettent à intervalles réguliers la consommation permettant de gérer la production des centrales, qu'elles soient conventionnelles (charbon, gaz naturel, nucléaire) ou utilisant des énergies renouvelables (éolien, solaire, hydraulique…).

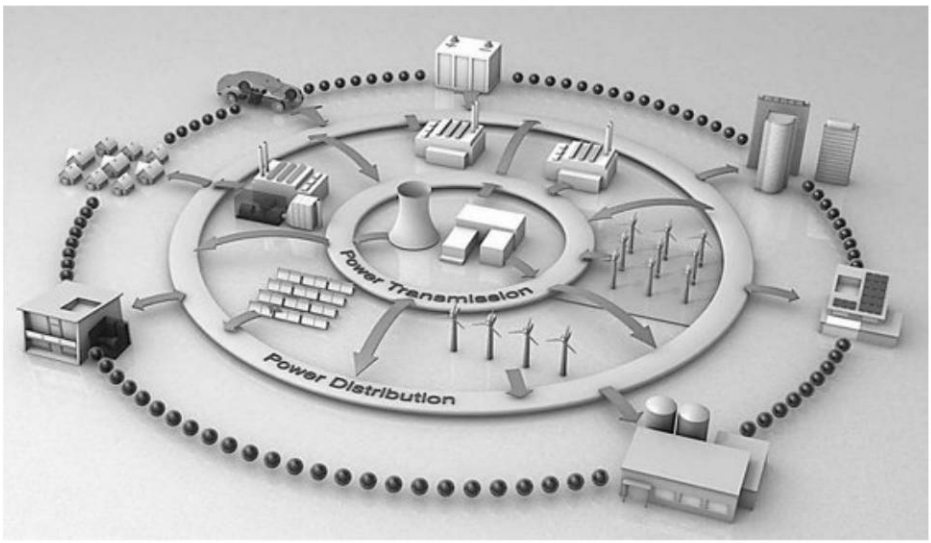


Figure 25.1 Réseau *smart grid*
Source : Siemens

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Comme le montrent toutes les illustrations, un *smart grid* ne fait que reprendre la structure conventionnelle des réseaux électriques en y rajoutant l'aspect gestion en temps réel. Actuellement, seules des expérimentations ont lieu. Des incertitudes demeurent sur les coûts de déploiement et d'exploitation de ces réseaux.

25.2 *Smart meter*

Le *smart meter* (figure 25.2) ou compteur électrique est présenté comme « intelligent » mais n'est en fait actuellement que communicant dans la mesure où il n'informe le distributeur que de la consommation électrique de l'habitat ou du bâtiment à des intervalles rapprochés.



Figure 25.2 Exemples de *smart meters*

Cette catégorie de compteurs électriques (mais aussi d'eau ou de gaz) se répand dans tous les pays, surtout sous la pression des producteurs ou distributeurs d'énergie. Les avantages pour l'utilisateur mis en avant dans les publications seraient une maîtrise des consommations par un affichage de celles-ci, consultables par l'utilisateur, ainsi qu'une meilleure gestion de la production et de la charge des réseaux par les opérateurs. Les informations de consommation individuelle sont transmises à

Copyright © 2014 Dunod.

une fréquence relativement élevée au fournisseur d'énergie, sans que l'utilisateur ne sache l'usage qu'il en est réellement fait.

Le seul avantage à ce jour des compteurs communicants est de faciliter le relevé des consommations et de simplifier la facturation des opérateurs.

25.2.1 Quels gains pour les utilisateurs ?

Peut-on aussi attendre que le consommateur consulte régulièrement, c'est-à-dire plusieurs fois par jour (ou même par heure) sa consommation pour savoir s'il peut faire des économies ? Cela relève plutôt de l'utopie, surtout sachant que la plupart de ces compteurs n'ont pas d'affichage déporté qui pourrait être placé de façon visible pour l'utilisateur.

Les économies potentielles dues à l'utilisation de *smart meters* sont sujettes à controverses. Si les fournisseurs d'énergie auraient plutôt tendance à les estimer élevées, les expériences sur le terrain ne les confirment pas. Les instituts allemands Fraunhofer ISI/ISE et l'Institut pour l'efficacité des ressources et des stratégies énergétiques (Ressourceneffizienz und Energiestrategien) ont mené en 2011-2012 une campagne auprès de 200 foyers résidant à Mülheim an der Ruhr et équipés de *smart meters* ainsi que d'une visualisation des consommations. Le bilan final est une économie d'énergie de 2,8 % en moyenne.

25.2.2 Vie privée et *smart meter*

La possibilité pour les opérateurs de connaître la consommation de chaque foyer avec une fréquence élevée pose le problème du respect de la vie privée. Il serait, par exemple, possible de déterminer les différentes utilisations de l'électricité à partir des relevés de consommation.

25.3 Production d'électricité décentralisée

Le développement du photovoltaïque et de l'éolien de faible puissance permet de produire l'électricité au niveau local et, éventuellement, de l'utiliser directement (autoconsommation), ce qui correspond à une minimisation des pertes (transport, transformateur…). La tendance à une production décentralisée d'électricité au niveau de l'habitat ou de tout bâtiment équivaut à des milliers (millions ?) de centrales électriques.

25.3.1 Habitat ou bâtiment dits à énergie positive

Dans de nombreux pays, l'évolution des normes ou recommandations concernant l'habitat ou tout bâtiment va vers une obligation de la production énergétique globale annuelle positive (surtout électrique). Ceci correspond à l'installation de modules

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

solaires de plusieurs kilowatts-crête dont la production annuelle doit compenser la consommation énergétique globale annuelle. En France, ce sont l'habitat ou les bâtiments dits « à énergie positive », en Allemagne les *Plus-Energie Haus*.

25.3.2 *Mini grid*, *micro grid* et centrale virtuelle

Une approche basée sur l'efficacité énergétique supposerait la création de réseaux électriques à petite (*micro grid* au niveau d'une rue ou d'un petit quartier, par exemple) ou moyenne (*mini grid* englobant un village ou une agglomération) échelle. Une centrale virtuelle (VPP – *Virtual Power Plant*) se compose d'unités locales de production d'électricité et de chaleur communiquant entre elles afin de satisfaire d'abord la demande au niveau local.

Smart grid et *smart meter* : une approche dépassée ?

Que se cache-t-il derrière le développement des *smart grids* et le déploiement des *smart meters* ? : d'une part, l'approche du même *business model* qu'actuellement par le maintien ou l'implantation d'importantes unités de production (centrales au gaz naturel ou même au charbon, parcs éoliens ou photovoltaïques de plusieurs mégawatts ou gigawatts) et, d'autre part, la réduction des coûts pour les opérateurs en effectuant le télérelevé direct de la consommation par l'intermédiaire des *smart meters*.

La production décentralisée d'électricité au niveau de l'habitat ou du bâtiment et l'autoconsommation mettent cependant à mal ce modèle et proposent une approche *down-to-top* : la régulation production/consommation doit se faire d'abord au niveau de l'habitat ou du bâtiment (cellule de base), puis s'étendre au niveau local (quartier, village…) avant d'inclure le réseau de transmission régional ou national.

Le concept de *smart grid* ou de *smart meter* sans préalablement développer le *smart home* ou *smart building* ne peut être réellement viable, car afficher simplement l'énergie consommée à disposition des occupants sans que l'habitat ou le bâtiment ne puissent déjà se réguler de façon autonome n'est pas une approche basée sur de réelles économies d'énergies.

Copyright © 2014 Dunod.

26 Émissions électromagnétiques

Tout système domestique utilisant des ondes radio crée, au moment de l'envoi d'un signal, un champ électromagnétique. L'influence de ce rayonnement ainsi que ceux d'autres sources (téléphones portables, stations relais ou équipements domestiques) sur la santé humaine – bien que parfois encore controversée – est certain, il ne faut donc pas négliger cet aspect pour le *smart home*.

26.1 Systèmes radio

Le groupe de travail BioInitiative a constaté des risques dès un niveau d'exposition aux rayonnements électromagnétiques de l'ordre de 0,003 microwatts par centimètre carré ($\mu W/cm^2$). Parmi les critères influant, on trouve certes la fréquence et la puissance de la source, mais aussi la durée d'émission des signaux.

Une étude menée en 2009 par l'institut ECOLOG de Hanovre, en Allemagne, a comparé différents systèmes (tableau 26.1). Les valeurs sont à mettre en relation avec la durée d'utilisation : pour un bouton-poussoir ou un interrupteur, elle est de l'ordre de quelques millisecondes ou de la durée d'activation alors que, pour un routeur Wi-Fi, elle peut atteindre une valeur cumulée de plusieurs heures par jour.

Tableau 26.1 Émissions électromagnétiques comparées (distances variables)

Équipement	Fréquence	Puissance surfacique ($\mu W/cm^2$)
Bouton-poussoir EnOcean	868 MHz	0,0013
Interrupteur secteur	868 MHz	0,000053
Interrupteur secteur	100 MHz-3,0 GHz	0,15
Station de base DECT	1 880-1 900 MHz	2
Téléphone DECT	1 880-1 900 MHz	2
Wi-Fi	2 400-2 483,5 MHz	2

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

26.2 Une prolifération d'émissions électromagnétiques

Les différentes technologiques radio dans l'habitat (routeur ou box Wi-Fi, téléphone DECT, transmission audio sans fil, objets connectés, smartphone et tablette…), sans compter les autres sources internes (micro-ondes, plaques à induction, transformateurs…) ou externes (émetteurs de chaînes radio ou télévision…), entraînent une prolifération de champs électromagnétiques (électrosmog) et une exposition constante dont les occupants n'ont, la plupart du temps, pas conscience de la valeur. Il existe cependant des équipements abordables (figure 26.1) permettant d'évaluer les limites atteintes dans la bande de fréquences recherchée (433 ou 868 MHz, téléphonie mobile ou Wi-Fi) et soit de prendre des précautions, soit de choisir un système à faibles émissions ou sans comme un réseau filaire ou IR, par exemple.



Figure 26.1 Mesureurs de champs électromagnétiques
Source : Cornet, Agilent et SPER Scientific

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS a classé en 2011 les champs électromagnétiques de radiofréquences comme « peut-être cancérogènes pour l'homme » (groupe 2B).

Copyright © 2014 Dunod.

Sans fil et sans ondes ?

L'association de la technologie Li-Fi et de la fibre optique pourrait amener une réduction de la pollution électromagnétique, si les limitations intrinsèques sont acceptées.

Le Li-Fi (*light fidelity*) est basé sur la transmission de données par des LED qui servent à l'éclairage (figure 26.2). Elles peuvent être modulées à très haute fréquence (un débit de 500 Go/s a été atteint en 2010). Les signaux sont reçus par un photodétecteur et décodés par le récepteur qui peut être un ordinateur, un smartphone ou une tablette ou une interface reliée, par exemple, à un téléviseur.

Les principales contraintes sont la liaison directe entre la LED et le photodétecteur, où tout obstacle physique bloque la transmission, ainsi que la transmission unidirectionnelle. En revanche, la confidentialité des transmissions est assurée par une diffusion très ciblée et ceci sans rayonnement électromagnétique.

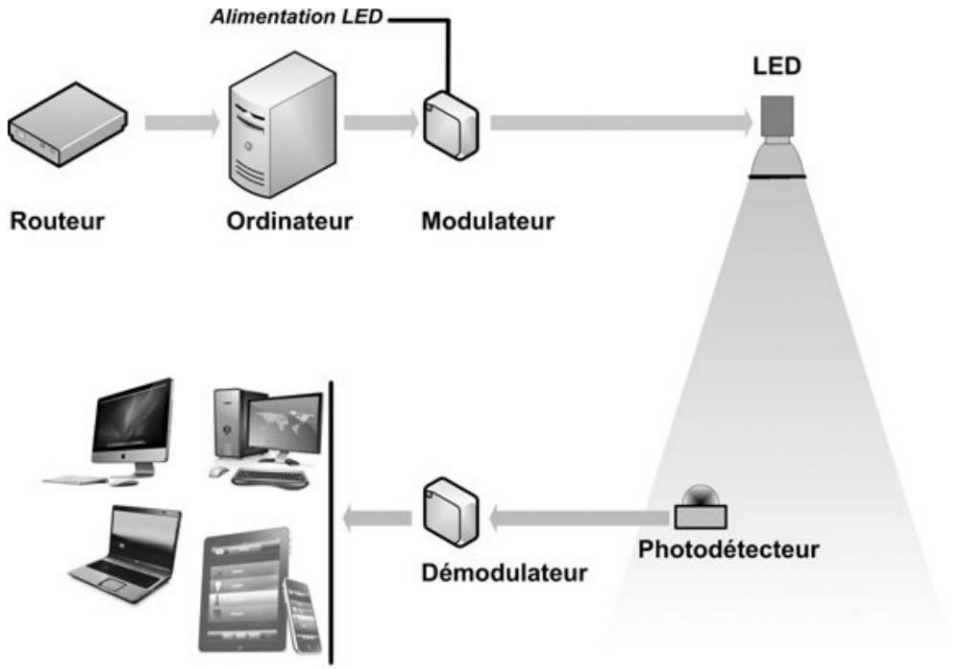


Figure 26.2 Principe de la technologie Li-Fi

L'utilisation de cette technologie, associée à la fibre optique pour la transmission sans influence extérieure du signal sur de longues distances, pourrait s'envisager aussi bien pour l'habitat, les lieux publics (rues, musées…), les avions que pour les applications critiques comme les hôpitaux, par exemple.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

G

INSTALLATIONS ET EXEMPLES

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.

27 Mon *smart home*

Que ce soit dans le neuf ou l'habitat existant, chacun peut installer ou faire installer des équipements lui permettant de mieux le gérer. Le type d'installation variera selon les fonctions à mettre en place, le budget et le désir de faire soi-même ou de sous-traiter… Bien sûr, tout le monde ne voudra pas avoir tout de suite toutes les possibilités offertes par les technologies domotiques et ne sera intéressé que par quelques-unes. Cependant, quelques règles de base seront valables quelle que soit l'installation.

27.1 Quelle approche ? Cahier des charges

L'objectif est de déterminer les besoins détaillés ainsi que la faisabilité dans l'habitat existant ou la planification pour un habitat neuf.

A-t-on vraiment besoin d'un *smart home* ?

À cette boutade, on pourrait répondre « *pas nécessairement* », car dans la vie réelle la très grande majorité des habitants s'en passent et « régulent » leurs besoins soit manuellement, soit avec quelques automatisations (robinets thermostatiques de radiateurs, par exemple).

Cependant, que d'économies négligées et facilement atteignables par des technologies domotiques simples !

L'approche raisonnée se basera sur les aspects énergétiques (électricité, chaleur…) qui représentent financièrement un poste important et/ou contribuent à la sensation de bien-être. Le rapport coût/gain doit être mis en avant : allumer ou éteindre les lampes avec un système sophistiqué apporte beaucoup moins de bénéfices et de satisfaction que de réguler le chauffage pièce par pièce.

Le premier critère est bien sûr les souhaits et/ou besoins des occupants, en fonction des possibilités techniques et des contraintes dues à la topologie de l'habitat.

Copyright © 2014 Dunod.

La taille de l'habitat joue aussi un rôle : une maison individuelle ou un appartement de 200 m^2 ne seront pas à équiper avec les mêmes fonctions et modules qu'un appartement de 40 m^2. De même, la localisation entraînera une approche différente pour la sécurité, par exemple : elle sera traitée différemment si l'on habite un appartement au sixième étage ou une maison en rez-de-chaussée.

27.2 Matrice de décision

Une matrice (figure 27.1) regroupant les critères requis et les paramètres du système aidera à un premier choix du protocole.

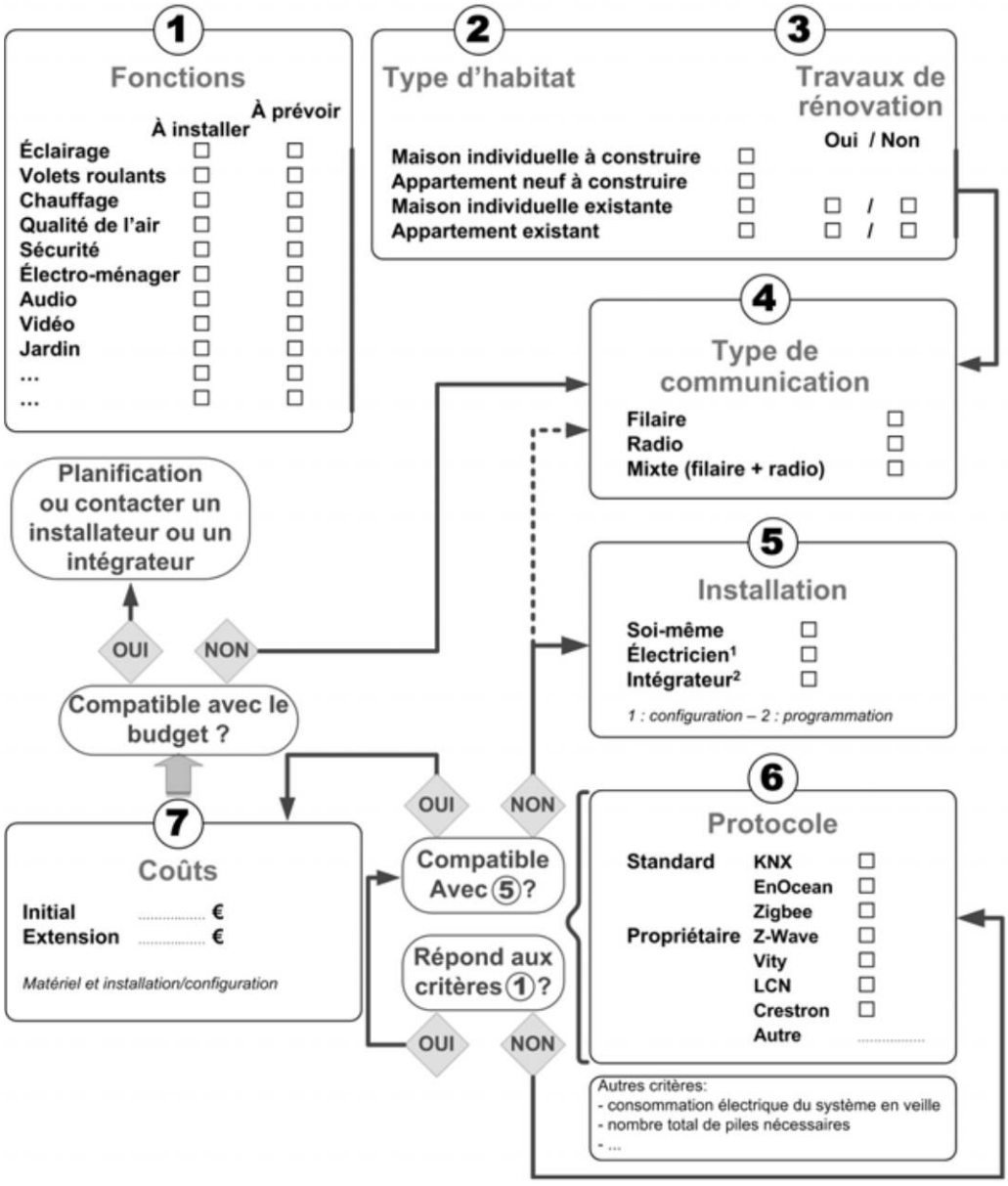


Figure 27.1 Matrice de décision

Copyright © 2014 Dunod.

27.3 Quelle solution ?

Il n'y a pas de réponse standard unique car chaque utilisateur et chaque habitat sont différents. Chacun fera son choix en fonction du cahier des charges et de ses paramètres.

Cependant quelques tendances peuvent être conseillées :

- pour un système pérenne et complet, les solutions KNX proposées par de nombreux constructeurs semblent s'imposer ;
- pour une approche sans fil et écologique, le protocole EnOcean constitue la réponse la plus appropriée ;
- pour une solution sans fil abordable avec une offre variée, le protocole Z-Wave offre de nombreuses possibilités ;
- pour une solution globale haut de gamme incluant le multimédia, des solutions comme Crestron ou Control4 sont adaptées ;
- pour une solution générale, tout protocole ouvert (Somfy, Vity, RTI, LCN…) peut être utilisé ;
- pour ceux qui cherchent un système simple, les différents kits propriétaires offrent une première approche avec parfois une limitation en nombre de fonctions contrôlables et en possibilité d'extension du système (avec le risque de disparition de la société ou de l'offre).

27.4 Coûts et amortissement

Selon le type d'installation (fonctions à couvrir, type d'habitat, installation par un intégrateur…), les coûts peuvent varier énormément : une installation de base installée par l'utilisateur (éclairage et volets roulants sans contrôleur, par exemple) pourra ne coûter que quelques centaines d'euros alors qu'une installation complète avec multiroom pourra monter jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'euros.

Le coût de l'installation doit être mis en relation avec l'utilisation : une centrale de gestion pour gérer uniquement l'éclairage et les volets roulants n'est pas une nécessité. Cela pourra être réalisé en utilisant simplement des modules de pilotage et de commande.

Un ordre de grandeur de prix d'une installation simple (figure 27.2), sans contrôleur sauf pour Loxone, est donné tableau 27.1.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

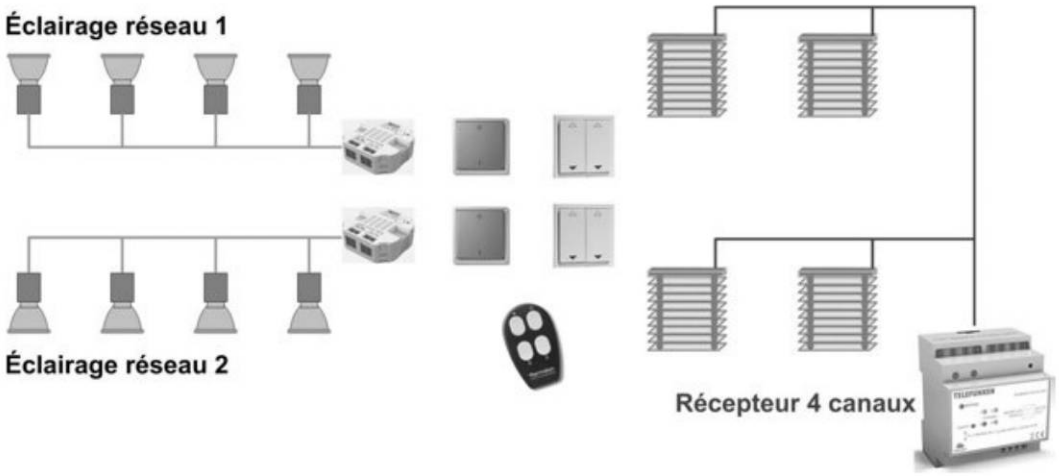


Figure 27.2 Exemple d'installation avec protocole radio

Pour la commande de huit lampes (deux réseaux indépendants) et de quatre volets roulants, il faudra six modules pour boutons-poussoirs et six modules récepteurs. Une télécommande à quatre canaux permettra un pilotage à distance.

Tableau 27.1 Comparaison de prix selon différents protocoles (prix indicatifs, janvier 2014)

Protocole	Modules de commande	Modules récepteurs	Autres	Télécommande	Total
EnOcean	4 × 50 € (2 et 4 canaux)	2 × 60 € + 100 €		140 €	640 €
digitalSTROM	6 × 60 €	6 × 60 €	2 × 190 €	Non disponible	1 100 €
Z-Wave	6 × 60 €	3 × 60 € (2 canaux)		60 €	600 €
Loxone	Serveur	Serveur		Smartphone, tablette	500 €

Les protocoles EnOcean et Z-Wave utilisent une transmission radio, alors que digitalSTROM utilise le réseau électrique pour transmettre les commandes et nécessite quatre modules dSM. Pour le protocole de la société Loxone, un seul serveur centralise le pilotage et les commandes. Les boutons-poussoirs sont des modèles standards.

L'amortissement au niveau de l'habitat est plus difficile à appréhender : pour certaines fonctions (volets roulants), on ne pourra jamais parler d'amortissement financier alors que, pour d'autres (éclairage), il ne sera pratiquement jamais atteint, vu les faibles gains de consommation entraînés par une automatisation. Le facteur financier est plutôt à considérer en amont, dans l'aménagement de l'habitat pour préparer le *smart home* (isolation, équipements domestiques à faible consommation…).

Copyright © 2014 Dunod.

Il y a cependant d'autres facteurs non quantifiables financièrement qui doivent être pris en compte, comme le confort et la sécurité obtenus en intégrant et connectant des éléments qui, dans un habitat normal, ne pourraient l'être. Cet aspect peut être le détecteur de fumée ou de chaleur avec la remontée de volets roulants et un éclairage de secours en cas d'incendie, l'option « *je quitte la maison* » avec, d'une seule commande, l'extinction des lampes, la descente des volets roulants et la diminution du chauffage, par exemple, ou des fonctions automatisées pour personnes âgées ou handicapées.

Une installation réussie

Quels en sont les critères ? Tout d'abord, une adéquation entre les besoins de l'utilisateur et le choix du système ou entre les exigences du donneur d'ordre et les offres des différents participants (architectes, intégrateurs, installateurs…). La satisfaction dans l'utilisation ainsi que la possibilité de compléter plus tard l'installation avec la couverture d'autres fonctions seront aussi des facteurs indicatifs du bon choix.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

28 Exemples d'installations : laboratoires

De nombreux instituts, universités ou sociétés ont créé pour leurs recherches ou développements des maisons ou appartements modèles pour tester les différentes options du *smart home*, en mettant en avant certaines fonctionnalités, selon les axes de développement choisis.

28.1 Laboratoires de recherche

Dans de très nombreux pays, des dizaines d'universités ou de centres de recherche, trop nombreux pour les citer, ont construit ou simulé un habitat pour étudier les différents domaines de la vie quotidienne et l'automatisation.

28.2 iHomeLab : *smart home* 2030 ou 2050 ?

L'École supérieure de Lucerne, en Suisse, dispose depuis 2008 d'une plateforme iHomeLab (figure 28.1) où sont expérimentées les solutions du futur et plus particulièrement celles relatives aux énergies et aux technologies de maintien à domicile.

Les thèmes étudiés sont la gestion des énergies (optimisation, affichage…), les interactions entre occupants et habitat/bâtiment (communication, acceptance des nouvelles technologies…) et l'AAL (*Ambient Assisted Living*). Pour ce dernier point, un des aspects en est la localisation de personnes dans l'habitat et l'assistance en cas de danger (chute, évanouissement…). Des capteurs intégrés (accélération, position…) transmettent les informations à la centrale de gestion, qui détermine s'il faut alerter un service d'urgence, la famille ou les voisins (figure 28.2).

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 28.1 Laboratoire iHomeLab
Source : iHomeLab



Figure 28.2 Technologies pour le maintien à domicile et l'assistance
Source : iHomeLab

Les aspects éthiques (observation, surveillance, intimité) font aussi partie des études : comment intégrer ces capteurs dans des objets portés quotidiennement (dans un appareil auditif, par exemple) ? Le professeur Alexander Klapproth, responsable d'iHomeLab, dirige l'institut CEESAR (Center of Excellence for Embedded Systems Applied Research) où de nombreux projets sont lancés avec des partenaires industriels qui collaborent avec l'institut pour développer des programmes communs comme Miele, avec son projet Miele@Home.

Copyright © 2014 Dunod.

29 Exemples d'installations existantes

L'habitat de type *smart home* utilisant un des protocoles décrits et couvrant les diverses fonctions de l'habitat n'est souvent présent que sous forme de maison modèle servant de vitrine à un ou plusieurs constructeurs, ou sous forme d'habitat standard proposé par des promoteurs. Des réalisations individuelles montrent cependant la faisabilité de ce concept global.

29.1 Habitat modèle

Il existe de par le monde, hors laboratoires ou instituts de recherche, des dizaines de réalisations de maisons ou d'appartements modèles destinées soit à expérimenter des technologies ou produits, soit à présenter un concept. Si la plupart sont des démonstrateurs, certaines ont été habitées pendant des périodes variables, allant jusqu'à un an, afin de vérifier l'acceptation de ce concept.

Parmi les sociétés ou organismes, tous ne sont pas impliqués dans les technologies domotiques comme les constructeurs automobiles Honda ou Ford, par exemple. Honda a inauguré en 2012 deux maisons à Saitama, au Japon, et Ford a lancé en 2013 l'initiative MyEnergi Lifestyle, destinée à intégrer le véhicule électrique, l'électroménager ainsi que tous les équipements de l'habitat utilisant une énergie, le tout géré par un système central.

L'association allemande **Smart Home-Paderborn e.V.** a fait construire et aménager en 2008 une maison à Paderborn utilisant le protocole **LCN**. L'interface IP-Symco permet un dialogue et un échange de données entre les différents systèmes installés (LCN, Miele@Home, Internet…). Un ordinateur central gère l'ensemble des systèmes installés. L'électroménager est suivi par le système Miele@Home permettant d'avoir un statut du fonctionnement (durée restante du fonctionnement du lave-linge ou du lave-vaisselle, par exemple) ou de permettre à un technicien de faire à distance un premier diagnostic en cas de problème. L'accès à l'habitat se fait par clé ou carte.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La carte permet un accès contrôlé (retour des enfants de l'école) ou individualisé (qui peut entrer et quand).

La société **VELUX** a développé dans plusieurs pays européens, dans le cadre du projet Model Home 2020, lancé en 2009 (figure 29.1), un habitat individuel, collectif et un bâtiment tertiaire.



Figure 29.1 Projet Model Home 2020
Source : Informations VELUX

Ces maisons et un bureau (Autriche, Danemark, Royaume-Uni, France et Allemagne) sont équipés du système **io-homecontrol** pour la gestion des diverses fonctions.

Cet habitat utilise certes les produits VELUX (fenêtres de toit), mais ils sont placés dans un cadre plus large en répondant aux critères d'économie d'énergie (éclairage naturel maximisé – figure 29.2, confort d'été et d'hiver par gestion automatisée des protections solaires) et, de plus, prennent en considération la qualité de l'air (ventilation mécanique et naturelle) et la gestion de l'eau (figure 29.3).

Copyright © 2014 Dunod.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 29.2 Simulation de l'éclairage naturel
Source : VELUX

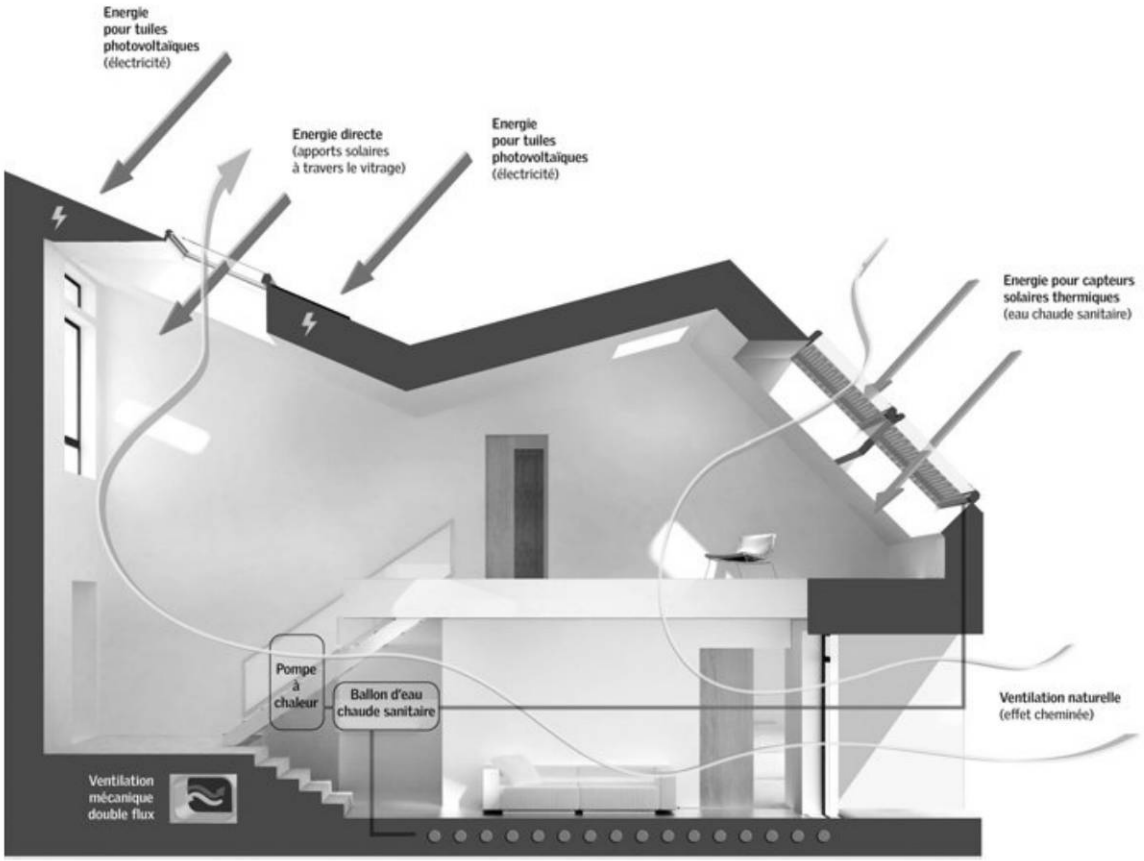


Figure 29.3 Gestion des énergies et de la ventilation
Source : VELUX

La commande des différentes fonctions domestiques peut aussi être effectuée à partir d'une télécommande tactile VELUX (figure 29.4).



Figure 29.4 Commande des fonctions domestiques
Source : VELUX

Copyright © 2014 Dunod.

Les solutions de la société danoise WindowMaster permettent de gérer de façon efficace et automatique la ventilation (figure 29.5) mais aussi les autres fonctions comme l'éclairage ou le chauffage. Le système WindowMaster comporte aussi une interface KNX (intégration de capteurs de température, CO_2 et humidité).



Figure 29.5 Écran de visualisation et de commande de la ventilation
Source : VELUX

En France, la maison « Air et Lumière », située à Verrières-le-Buisson, réunit toutes les options décrites (figure 29.6).



Figure 29.6 Maison « Air et Lumière »
Source : VELUX

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Elle sert principalement pour les mesures et la validation de différentes stratégies de gestion, mais elle a aussi été occupée par une famille pour une durée d'un an.

L'approche de VELUX montre que l'on ne peut pas considérer l'approche *smart home* uniquement du point de vue technologies domestiques mais que la conception de l'habitat et des fonctions comme le chauffage, la lumière ou la ventilation naturelles doivent aussi être intégrées.

En Australie, le distributeur d'énergie Ausgrid a aménagé en 2009 une maison en démonstrateur *smart home* et en l'équipant aussi d'une unité de micro-cogénération de 1,5 kW de la société CFCL associée à des panneaux photovoltaïques et à un stockage dans des batteries assurant une autonomie électrique.

À Prague, le CITIB (Centre of Innovations for Technologies of Intelligent Buildings) dispose de trois maisons individuelles équipées du système de gestion inHome basé sur les équipements de la société AMX.

Ma m@isonet, le *smart home* trop tôt ?

En 2001, le constructeur Kaufman&Broad s'associe à France Telecom et Cisco pour réaliser une maison avec les fonctions confort, sécurité et gestion d'énergie et aussi multimédia. Le pilotage pouvait se faire en interne par une tablette ou par Internet. Ce projet (une trentaine de maisons prévue au départ) n'a pas eu de suite commerciale.

29.2 Habitat commercialisé

Quelques promoteurs se sont associés, soit directement avec les fournisseurs de solutions domotiques, soit avec des intégrateurs, pour proposer à leur clientèle un habitat prévu dès la conception comme *smart home*.

29.2.1 Système EnOcean

Le constructeur allemand **Weberhaus** a adopté le standard **EnOcean** pour équiper (en option) toutes les maisons individuelles qu'il propose (un exemple est illustré par la figure 29.7).

Cet habitat est construit avec l'approche optimisation des ressources (énergie électrique et thermique, récupération d'eau de pluie…), entraînant une très faible consommation (matériaux de construction, VMC double flux…) et une orientation vers la maison passive (figure 29.8). La ventilation, par exemple, est assurée par une gestion automatique des ouvertures. De plus, cet habitat se caractérise par une gestion de l'électricité basée sur une installation photovoltaïque couplée à un stockage par batteries.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 29.7 Maison Weberhaus équipée du système EnOcean
Source : Weberhaus



Figure 29.8 Maison Weberhaus
avec installation photovoltaïque et gestion de la ventilation
Source : Weberhaus

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

La gestion des fonctions domestiques est assurée par le logiciel myHomeControl de la société suisse BootUp associé aux équipements radio EnOcean (sans pile ni batterie pour certains) intégrés dans le kit WeberLogic.

La figure 29.9 montre les différentes fonctions domestiques disponibles (icônes à gauche), le plan de l'étage, les scènes et certains contrôles (à droite). D'autres éléments comme les images des caméras de surveillance ou le contrôle audio (Sonos) sont affichés.

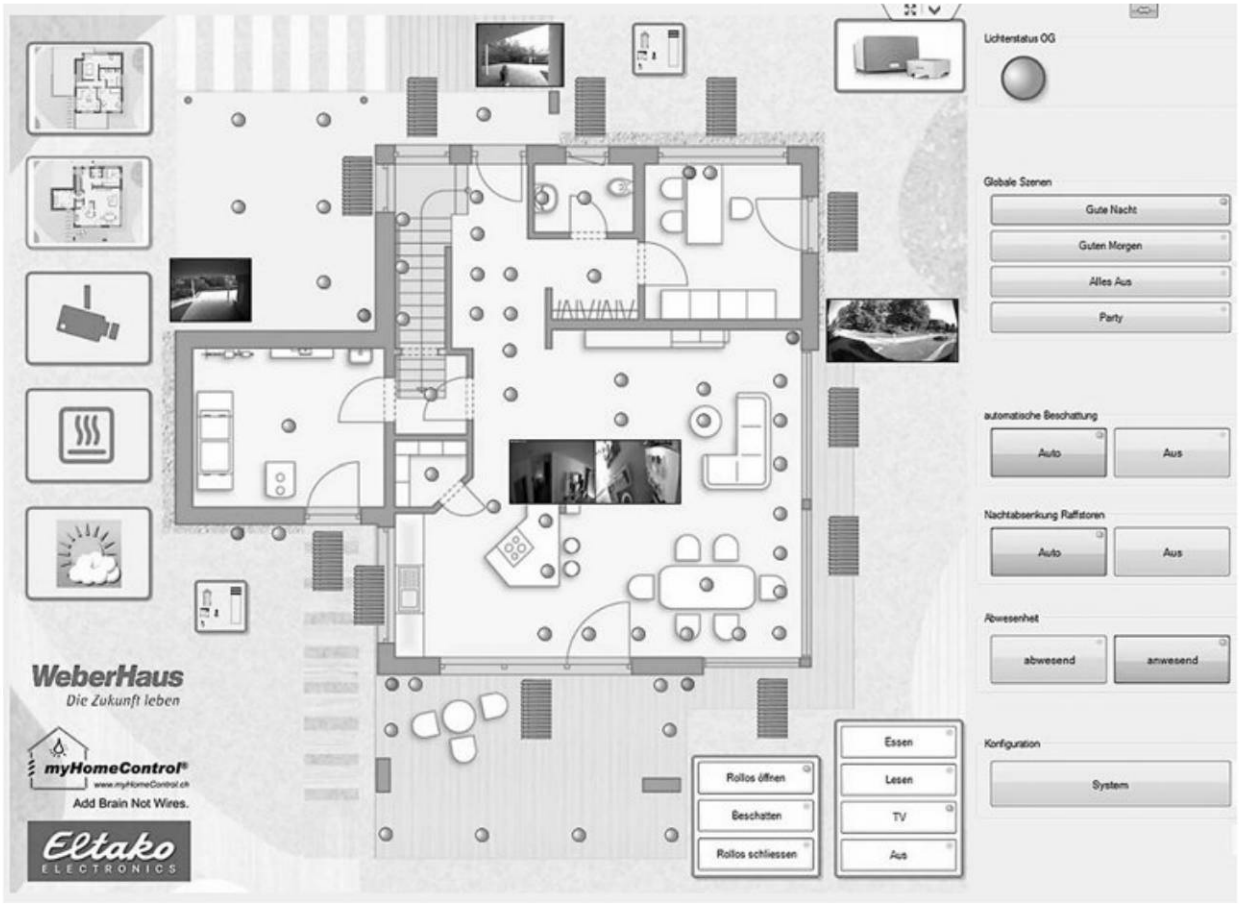


Figure 29.9 Écrans de pilotage myHomeControl des maisons Weberhaus
Source : BootUp

L'écran figure 29.10 illustre la visualisation de certains éléments ou paramètres : par exemple l'éclairage activé, la fenêtre pop-up du thermostat…

Environ 30 % des acquéreurs se décident pour une automatisation, avec une tendance croissante. Les principales fonctions choisies sont d'abord l'éclairage puis le contrôle des stores, volets roulants, la gestion du chauffage et la sécurité (bouton-poussoir « Panique »). Le multimédia (audio, vidéo) est aussi une option possible avec des équipements audio de Sonos, par exemple.

Copyright © 2014 Dunod.

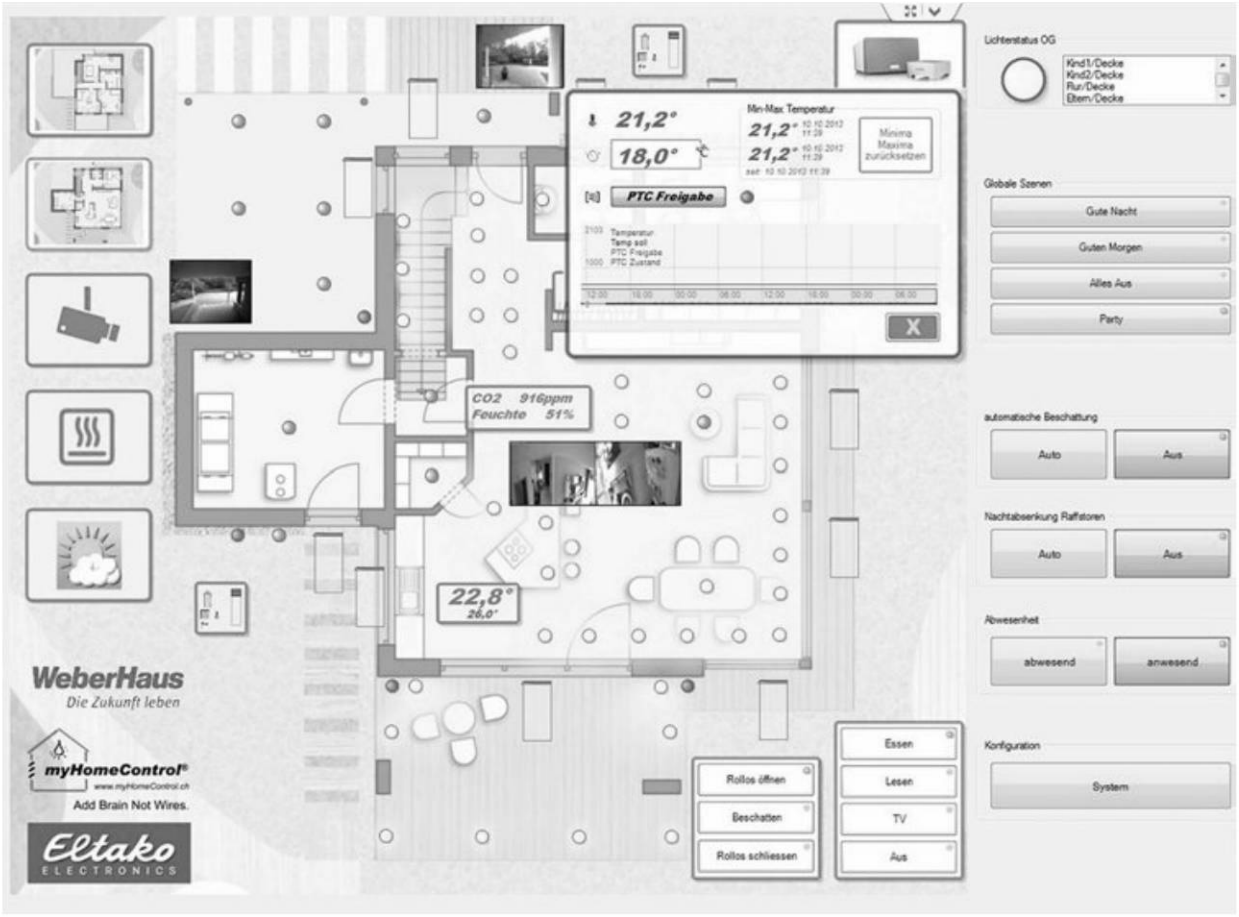


Figure 29.10 Écrans de pilotage myHomeControl des maisons Weberhaus éclairage activé
Source : BootUp

Weberhaus peut installer toutes les fonctions domotiques disponibles sur le marché et cette offre est valable aussi bien en Allemagne que pour les pays où la société a une activité (Grande-Bretagne, Autriche, Luxembourg et Espagne). Des maisons modèles surtout en Allemagne (Cologne, Munich, Linx…) permettent de se faire une idée de l'offre d'automatisation possible.

29.2.2 Systèmes digitalSTROM, LCN ou Crestron

Le promoteur allemand **jetzthaus** propose depuis 2003 pour son habitat haut de gamme (figure 29.11) le protocole **digitalSTROM** (figure 29.12) pour le contrôle de quelques fonctions de base de l'habitat. Près de 80 % des acheteurs adoptent cette automatisation de base (principalement les volets roulants et parfois l'éclairage).

Le système digitalSTROM étant malgré tout limité en termes d'extension à d'autres fonctions, jetzthaus peut, à la place, intégrer une installation utilisant les protocoles plus complets **LCN** ou **Crestron**.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 29.11 Maison jetzthaus équipée du système digitalSTROM
Source : jetzthaus

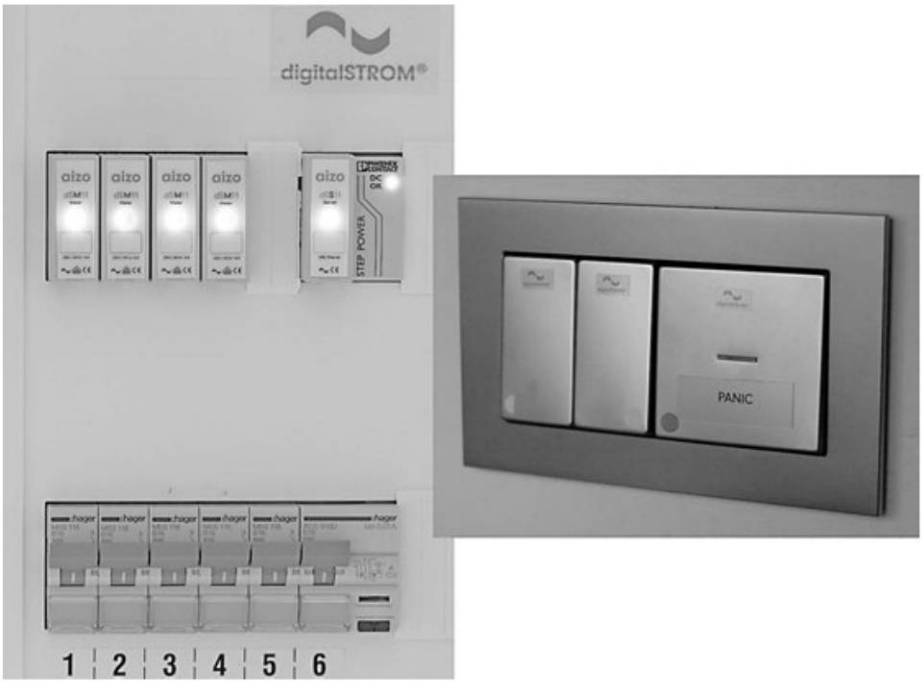


Figure 29.12 Système digitalSTROM
(modules dans tableau et boutons-poussoirs)
Source : jetzthaus

Copyright © 2014 Dunod.

29.2.3 Système KNX

Le promoteur français **Maison France Confort,** avec son concept MFC 2020 inauguré en 2012, propose un habitat individuel de conception bioclimatique à énergie « positive » (figures 29.13 et 29.14) avec en option une approche *smart home* basée sur le protocole **KNX**.

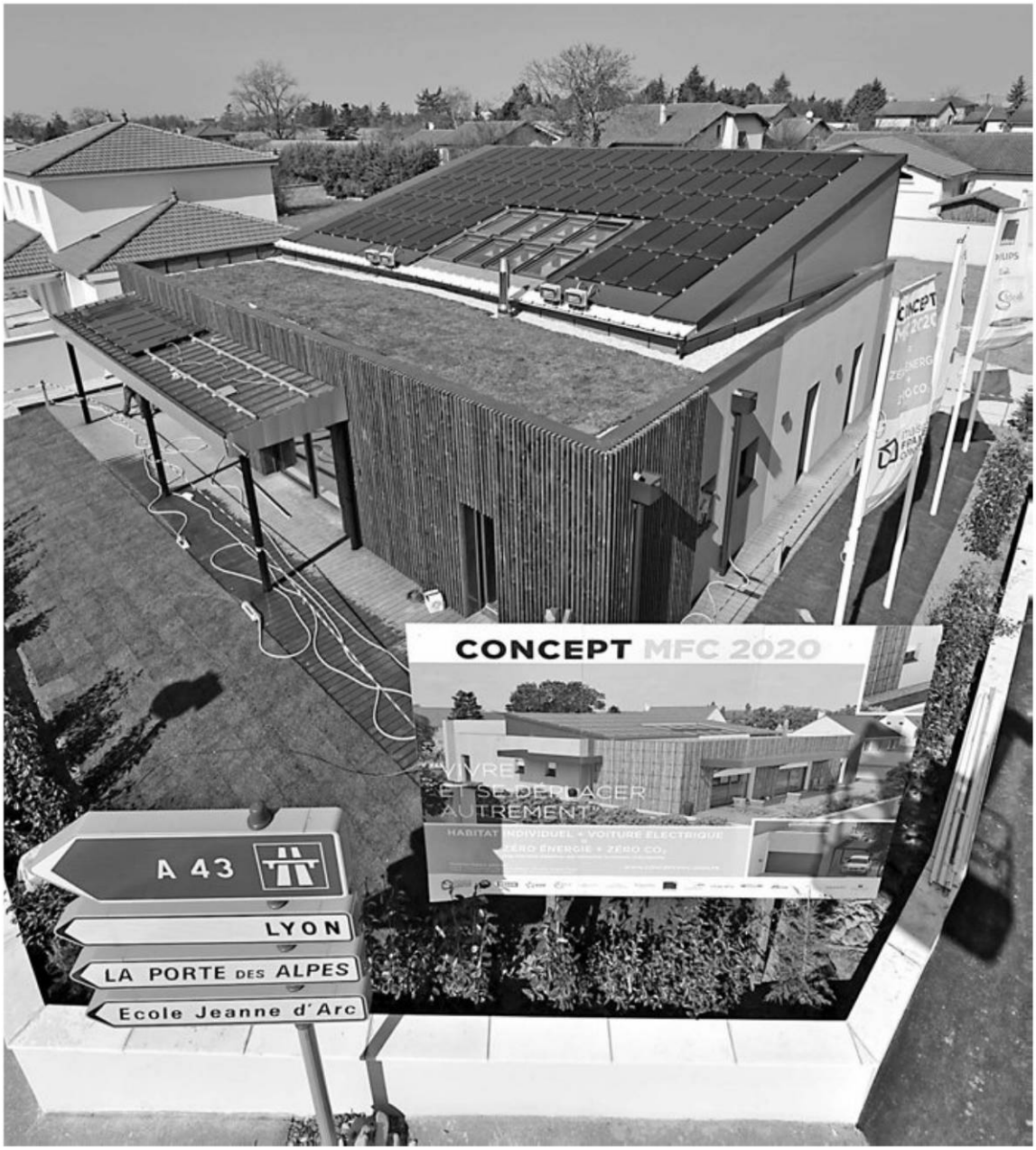


Figure 29.13 Maison MFC 2020
Source : Maison France Confort

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 29.14 Maison MFC 2020 (intérieur)
Source : Maison France Confort

La société Schneider Electric fournit le système de pilotage des fonctions de cet habitat :

- la régulation centrale de l'énergie (compteur communicant – figure 29.15) ;
- le pilotage de l'ensemble des équipements électriques (hors électroménager) ;
- l'installation photovoltaïque ;
- la borne de recharge du véhicule électrique (figure 29.16) ;
- le multimédia (réseau Ethernet séparé) ;

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 29.15 Tableau électrique et compteur communicant Linky
Source : Maison France Confort



Figure 29.16
Borne de recharge de véhicule électrique
Source : Maison France Confort

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Parmi les fonctions, l'accès est possible par une serrure à code (figure 29.17).



Figure 29.17
Accès par serrure à code
Source : Maison France Confort

Une autre particularité est la possibilité de régler l'opacité de certaines ouvertures (figure 29.18).



Figure 29.18 Ouverture à opacité variable
Source : Maison France Confort

L'utilisateur dispose d'un écran mural tactile pour programmer, commander ou consulter les informations (figures 29.19 et 29.20).

La maison MFC 2020 montre que l'on peut répondre aux défis énergétiques (optimisation de la consommation) en respectant les normes définies (ici la RT2012) et en y incluant une automatisation des principales fonctions domestiques.

Copyright © 2014 Dunod.



Figure 29.19 Écran de gestion globale
Source : Maison France Confort



Figure 29.20 Écran de gestion des volets roulants et de l'éclairage
Source : Maison France Confort

29.2.4 Système propriétaire

Sous l'égide de la Fédération française des constructeurs de maisons individuelles (FFC), le programme **Maison Z'R** a été lancé en 2008 : il s'agit de maisons individuelles « zéro rejet » (à la construction et à l'exploitation). Au niveau énergétique, le niveau visé est celui des maisons passives (*Passiv Haus*) avec des solutions innovantes comme le Power-Pipe pour récupérer la chaleur des eaux grises. Pour la gestion optimale des énergies et de l'habitat, la solution **Delta Dore** a été choisie pour expérimentation.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

29.2.5 Autres systèmes

D'autres promoteurs, surtout en Allemagne, proposent un habitat (souvent individuel) équipés d'autres systèmes de gestion domestique (tableau 29.1).

Tableau 29.1 Promoteurs proposant un protocole *smart home*

Promoteur	Technologie	Références
Fischerhaus	KNX	Maison basse consommation – *Effizienzhaus 40*
Fertighaus Weiss	KNX	Maison « Future »
Baufritz	EnOcean	
FingerHaus	io-HomeControl	Maison NEO – *Effizienzhaus 55*
OKAL	myGEKKO	

En France, le promoteur Vision Éco-habitats propose des maisons passives équipées du système KNX.

29.3 Opérations individuelles

De (relativement) nombreuses réalisations ont intégré l'automatisation de certaines fonctions de l'habitat. Les sites de ces fournisseurs de solutions globales (protocole standard ou propriétaire) ou des promoteurs impliqués présentent des exemples d'habitat ou de bâtiments.

Que ce soit au niveau du logement collectif ou individuel ou même simplement à l'automatisation d'une partie de l'habitat lors d'un agrandissement ou d'une rénovation, les réalisations montrent la faisabilité avec les technologies disponibles.

29.3.1 Habitat individuel

Parmi les précurseurs utilisant des protocoles standards, la revue suisse *Home electronic* (numéros de mars 2004 à janvier 2005) présente en détail les différentes étapes de réalisation d'un *smart home* par une famille (articles en allemand). Le protocole utilisé est **KNX**. Le bulletin suisse *SEV/AES* de 2005 (en français) décrit l'aménagement d'une maison existante et les fonctions pilotées. Un réseau Ethernet permet la régulation du chauffage et la gestion de l'eau de pluie récupérée ; il assure aussi la distribution du multimédia. Les fonctions *smart home* sont assurées par des équipements utilisant, dans cette réalisation, le protocole **EnOcean**.

Pour des réalisations récentes, les sites des différentes sociétés (Hager, Schneider Electric, Crestron, Control4…) ou organismes (KNX, EnOcean…) impliqués dans

Copyright © 2014 Dunod.

le *smart home* présentent des exemples de réalisations. Certaines revues décrivent aussi des maisons ou appartements construits ou aménagés en *smart home*.

29.3.2 Habitat collectif

En Île-de-France, la société Sodearif (filiale de Bouygues) a construit un immeuble de 56 logements à Cachan. La gestion (confort thermique et volets roulants au départ, mais extensible à d'autres fonctions) est confiée au protocole **KNX** (filaire et radio) avec des équipements de la société Hager (figure 29.21).

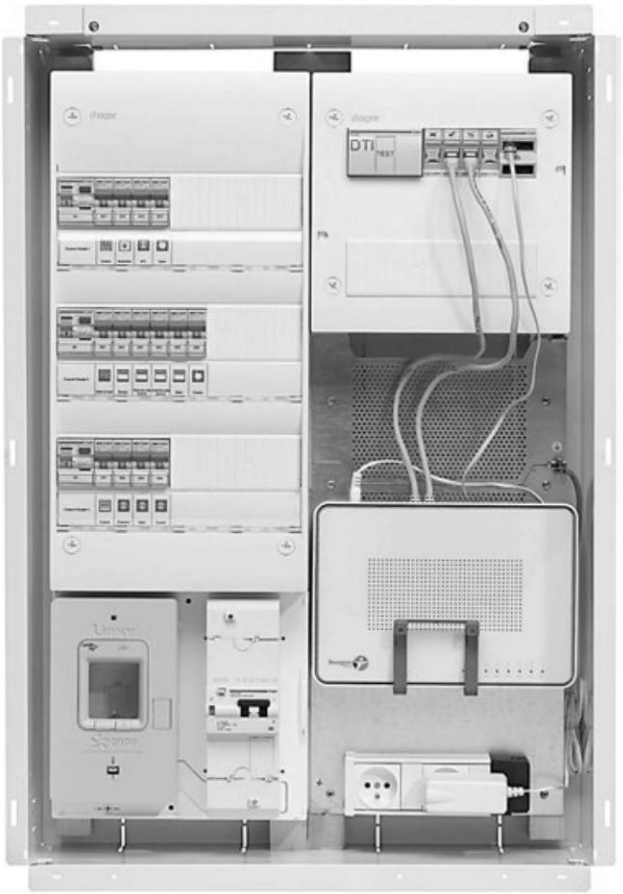


Figure 29.21
Tableau électrique d'un appartement de l'immeuble à Cachan
Source : Hager

La visualisation des consommations (eau, électricité et chauffage) est disponible pour chaque occupant dans l'interface globale B.Domo, qui permet de contrôler et piloter certaines fonctions domestiques (figure 29.22 à gauche) ou de suivre la vie de l'immeuble (figure 29.22 à droite).

Le bâtiment *ecoplace* construit à Zurich, comportant 35 appartements, utilise le protocole **KNX** (équipements de la société Feller) pour la gestion des appartements et du bâtiment. Les contrôles (ecoplace remote) et suivis de consommations (ecoplace dashboard pour l'eau, l'électricité et le chauffage) sont disponibles sur écran, smartphone ou tablette.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.



Figure 29.22 Écrans de l'interface B.Domo
Source : Bouygues

À Berlin, le promoteur Dirk Fabarius a rénové une fabrique des années 1910 et l'a transformée en un immeuble, *e-wohnhaus*, comportant 32 logements avec un système de gestion basé sur le protocole **KNX** (Gira HomeServer). Le rez-de-chaussée comporte un showroom de 340 m^2 sur l'habitat et le lieu de travail de demain. Chaque appartement (personnalisé en fonction de l'occupant) est pilotable par un écran tactile de 9" : aussi bien les fonctions de commande simple (éclairage, volets roulants…) que des scénarios peuvent être appelés. La consultation ou les alarmes à distance sont aussi possibles par un smartphone ou une tablette.

Démonstrateur ou habitat disponible : une diversité d'approches

Les différentes réalisations montrent qu'il n'y a aucun obstacle technique à une automatisation de certaines fonctions domestiques (ou de la plupart), quels que soient les occupants et l'habitat. Les nombreuses solutions disponibles en termes de protocoles ou de modules permettent de couvrir les différents types d'habitats, que ce soit une maison individuelle ou du collectif et de l'ancien ou du neuf. La pénétration des technologies *smart home* (considérée comme une approche globale et non comme l'installation de quelques modules sans connexion) dans l'habitat est, malgré tout, encore lente, en raison d'une faible demande.

Copyright © 2014 Dunod.

Conclusion et perspectives

Une approche globale

Face aux défis énergétiques et sociétaux (diminution des ressources, coûts croissants, vieillissement de la population…), seule une approche globale de la gestion des fonctions de l'habitat peut les relever au niveau individuel. Ceci signifie avant tout un protocole commun et, au niveau de l'habitat, de préférence unique pour une intégration facile des différents modules. L'approche doit aussi se traduire par le choix de technologies intégrant les différentes fonctions, même si l'installation se fait par étapes, l'objectif à court, moyen ou long terme étant de pouvoir couvrir les différents domaines dont le confort, les énergies, la sécurité, l'assistance ou les loisirs.

Tous les aspects domestiques doivent aussi être considérés : l'habitat (conception, matériaux, aménagement ou rénovation…), les équipements (compatibilité, fiabilité, disponibilité à long terme…) ou les habitudes des occupants (gestes économes).

Un standard *smart home* unique ?

Cette approche qui faciliterait l'adoption de l'automatisation domestique reste une illusion : selon certains analystes, le marché de l'automatisation domestique est appelé à croître rapidement d'ici à 2020-2025. Face à cette potentialité, chaque constructeur ou développeur essaie de se positionner en créant son propre standard. Il s'ensuit un manque de coopération entre les différents acteurs des technologies domestiques : protocoles existants et fournisseurs de modules, équipements électroménagers ou multimédias, par exemple. Ces conditions entraînent une faible demande liée à ces incertitudes et à une inertie sociétale. Entre les souhaits (transcrits par les sondages, où les déclarations d'intérêt sont positives) et la réalité, le chemin est long (les personnes interrogées répondent souvent en fonction de ce qui est bien perçu et pas nécessairement en fonction de leurs objectifs réels – voir le véhicule électrique, par exemple).

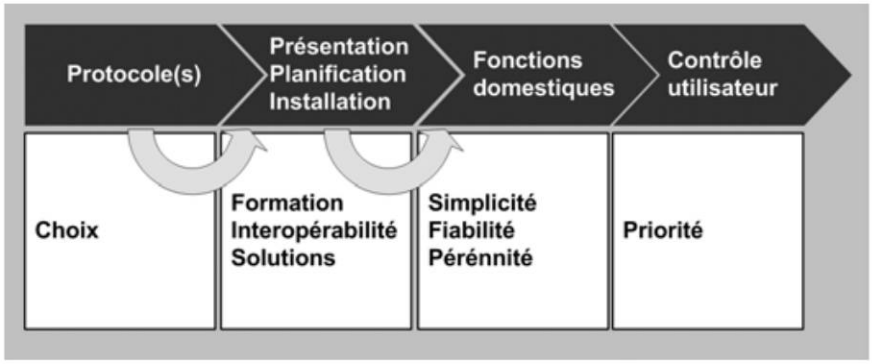
Même la technologie G.hn, de l'association HomeGrid Forum, répondant aux recommandations de l'ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector) et visant à promouvoir un réseau domestique filaire, n'est finalement qu'un protocole de plus, reconnu par les autres protocoles.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Quelles conditions pour un développement du *smart home* ?

L'acceptation et l'intégration de ces technologies par le grand public passe par une série d'évolutions qui sont :

- un standard de communication reconnu par tous les constructeurs d'équipements domestiques (électriques, électroniques, électroménagers, multimédia) pour une communication et une intégration faciles ainsi qu'une évolutivité dans le temps ;
- une formation spécifique pour architectes, designers, intégrateurs, installateurs… afin d'appréhender les différentes approches et de présenter et s'adapter aux besoins et désirs des utilisateurs (tout ce qui est techniquement faisable n'est pas nécessairement utilisé ni souhaité) ;
- une catégorisation des fonctions offertes compréhensible par l'utilisateur, et une mise en avant de la simplicité ou de la simplification de certaines fonctions ;
- un choix varié d'équipements fiables et pérennes recouvrant les besoins des utilisateurs, et des coûts qui ne soient pas dissuasifs, surtout si l'installation se fait après la construction ;
- une transparence de la technologie pour l'utilisateur, qui doit être un acteur et rester maître du système.



Smart home : tenir compte des besoins des utilisateurs

Copyright © 2014 Dunod.

Smart home, révolution ou évolution ?

Les Anglo-Saxons utilisent l'expression « *hype or hope?* », que l'on pourrait traduire par « bulle ou espoir ? », pour caractériser certaines technologies émergentes dont on ne sait si elles vont s'implanter, prises entre une fascination souvent médiatisée et une commercialisation pas encore développée suite aux limitations technologiques, financières ou sociétales.

Le *smart home* en fait partie, ne serait-ce que par l'engouement soulevé chez certains acteurs (*hype* ?) comparé à, malgré tout, la faible pénétration réelle (*hope* ?). L'approche pragmatique ne doit pas se focaliser uniquement sur l'aspect technologique, mais sur des fonctions qui sont perçues par les utilisateurs comme pouvant être confiées à un système fonctionnant de façon plus ou moins autonome et sur lequel ils auront un contrôle.

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Copyright © 2014 Dunod.

Sites Internet, salons et organismes

Sites Internet

De très nombreux sites sont consacrés au *smart home*. On pourra consulter tout d'abord ceux des protocoles standards ou propriétaires (KNX, EnOcean, Zigbee, Z-Wave) ou des sociétés avec un protocole propriétaire (Crestron, Somfy, LCN…). Les sites des fournisseurs de solutions et équipements pour le *smart home* intégrés à un protocole donneront aussi un aperçu des produits et approches possibles (Hager, Merten, Gira, Schneider Electric…).

Salons

Il existe peu de salons dédiés uniquement au *smart home*, mais certains y consacrent une place importante :

- ISE (Integrated Systems Europe) – Amsterdam - tous les ans ;
- Light&Building – Francfort – tous les deux ans (2014, 2016…) ;
- Intelligent Building Systems – Paris - tous les ans ;
- Interclima + elec – Paris – tous les ans ;
- Batibouw – Bruxelles – tous les ans ;
- ISH – Francfort – tous les deux ans (2015, 2017…) ;
- CES (Consumer Electronics Show) – Las Vegas – tous les ans.

Revues, newsletters

C'est en Allemagne que l'on trouve le plus de revues, mais toutes en langue allemande :

- *Connected Home* ;
- *smart homes* ;
- *Das intelligente Haus* ;
- *electronic@home* ;
- …

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Certains standards ou certaines sociétés actives dans le domaine du *smart home* publient des newsletters (Internet ou en version papier). On peut, entre autres, consulter :

- *perpetuum* (EnOcean) ;
- *BACnet Europe Journal* ;
- *KNX Journal* ;
- …

En France, **Domotique News**, en plus de son site Internet, publie aussi une newsletter (version papier).

Copyright © 2014 Dunod.

Index

A

AAL 293
Actionneurs sans pile EnOcean 138
Adaptation de l'habitat à l'âge ou au handicap 294
Ambient Assisted Living 293
AMX 194
Autonomie 33

B

BACnet 161
Basalte – Audio et KNX 255

C

CEDIA 250
Chauffage 40
Chauffage – Intégration à un protocole 239
Citygrow – Solution ZigBee 114
Classification des fonctions 237
Commande de modules smart home 62
Comparaison des systèmes 229
Conception de l'habitat 28
Consommation de piles 231
Consommation en veille 233
Control4 194
Control4 – Solutions multimédias 262
Coupures d'électricité 34
Courant porteur en ligne 58
Coûts et amortissement 329
CPL 58, 176, 178, 209, 211
Crestron 188
Crestron – Solutions multimédias 258
Cybernétique 9, 21

D

DALI 161
Delta Dore 203
DigitalSTROM 211
DLNA 250
DMX 163
Domotique 10
Droits numériques Ultraviolet 266

E

Électricité 33
Électroménager – Intégration à un protocole 243
Électrosmog 322
Émissions électromagnétiques 321
Énergies 31
Energy harvesting 118
EnOcean 118, 340
Ethernet 47

F

Fiabilité des systèmes 227
Fibaro – Solution Z-Wave 171
Fibre optique 57, 323
Formats numériques 251

G

Gestion centrale 48
Gestion décentralisée 50

Copyright © 2014 Dunod.
© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Gestion de la position des portes et fenêtres 66
Gestion de la qualité de l'air et de la ventilation 69
Gestion de la santé 75
Gestion de la sécurité 70
Gestion de l'éclairage 64
Gestion des volets roulants, stores, marquises, rideaux 65
Gestion du chauffage, de la climatisationet du rafraîchissement 65
Gestion du confort 69
Gestion du confort et des énergies 64
Gestion globale de l'habitat 53
Gestion semi-autonome 49
Gira – Multiroom 265
Gira – Solution KNX 102

H

Habitat collectif 351
Habitat connecté 277
Habitats commercialisés 340
Habitats modèles 335
Hager – Solution KNX 93
HDbaseT 253
HomePlug AV 250

I

IHomeLab 333
Installations et exemples 325
Insteon 176
Intégration de l'audio à KNX 255
Internet des objets 314
Io-homecontrol 203, 336
IRTrans – Passerelle IR 206
ISO/CEI 14 908. *voir* LonWorks

J

Jetzthaus 343
Joonior – box EnOcean 154

K

Kaleidescape 265
KNX 79, 345

L

LCN 178
Liaison filaire 57
Liaison sans fil 58
Lifedomus 221
Li-Fi 323
Lois de la robotique 307
LonMark. *voir* LonWorks
LonTalk. *voir* LonWorks
LonWorks 160
Loxone 205

M

Maison France Confort 345
Malvoyance 295
Matrice de décision 328
M-Bus 163
Mesure d'énergie 67
Micro-cogénération 41
Micro grid 320
Miele 243
Mini grid 320
Modbus 162
Modules sans piles EnOcean 131
Mon smart home 327
Multimédia 249, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274
Multimédia – Passerelle IR 254
Multiroom audio/vidéo 251
MYFOX – Solution radio et EnOcean 149

O

Objets connectés 311
ÖkoFEN 241
OpenRemote 164
Optimisation énergétique 29

Copyright © 2014 Dunod.