

Table des matières

Préface	13
Pierre CRÉGO	
Remerciements	15
Les auteurs	17
Avant-propos	19
Préambule	21
Partie 1. Le <i>buzz</i> IoT/loE	23
Chapitre 1. Introduction	27
1.1. Définition des Objets communicants ou connectés	27
1.1.1. Objets connectés-Objets communicants.	27
1.1.2. Définition de l’IoT	28
1.1.3. <i>Internet of</i>	29

Chapitre 2. Le (trop) vaste monde de l’IoT	33
2.1. 2011-2017, la folie du terme « Objet connecté »	33
2.1.1. Le fourre-tout	33
2.1.2. Mode <i>buzz</i> et de « bulle » : que dit la boule de cristal ?	34
2.1.3. Courbe <i>Hype</i> des innovations	35
2.2. But réel de cet ouvrage	38
Chapitre 3. Pourquoi un Objet connectable ?	39
3.1. Exemples d’Objets connectables	39
3.1.1. Maintien à domicile des personnes âgées	40
3.1.2. En automobile	42
Partie 2. Contraintes autour d’un projet IoT	45
Chapitre 4. Aspects à prendre en considération	49
4.1. Aspects financiers et marketing	49
4.2. Aspects techniques et industriels	50
4.3. Aspects réglementaires et normatifs	50
4.4. Aspects sécuritaires	50
4.5. Aspects afférents aux coûts	50
Chapitre 5. Aspects financiers et marketing	53
5.1. Aspects économiques	53
5.1.1. Vendable/achetable	53
5.2. Aspects ergonomiques	55
5.2.1. Forme mécanique et design <i>versus</i> ergonomie	55
5.2.2. Souplesse d’emploi pour l’utilisateur	56
Chapitre 6. Aspects techniques et industriels	57
6.1. Aspects techniques	57
6.1.1. Cycle de vie d’un nouveau produit	57
6.1.2. Faisabilité technico-économique	57
6.1.3. Conception	58
6.1.4. Industrialisation, processus de fabrication et qualité	58
6.2. Aspects énergétiques	58

6.2.1. Alimentation de l'Objet par le secteur 220V	59
6.2.2. Présence d'une pile, batterie ou d'un accumulateur rechargeable (système dit <i>battery-assisted</i>).	59
6.2.3. Récupération d'énergie (<i>energy harvesting</i> ou <i>scavenging</i>)	59
6.2.4. Autonomie et durée de vie.	60
6.2.5. Petite revue des questions « idiotes » à résoudre.	60
6.2.6. Quantification de l'énergie	61
6.2.7. Dualité coulomb-ampère/heure	61
6.2.8. Quelques exemples	62
6.3. Aspects industriels.	65
Chapitre 7. Aspects réglementaires et normatifs	67
7.1. Aspects réglementaires et recommandations	67
7.1.1. Réglementations des radiofréquences	68
7.1.2. Recommandations sanitaires	69
7.1.3. Réglementations sociétales et de libertés individuelles (<i>privacy</i>)	70
7.2. Réglementations environnementales et recyclage	79
7.2.1. Traitements des déchets électroniques.	80
7.2.2. Réglementation et organisation de la filière	80
7.2.3. Marquage des équipements électriques et électroniques	81
7.3. Aspects normatifs	81
7.3.1. ISO/AFNOR	82
7.3.2. IEEE.	82
7.3.3. ETSI.	82
7.3.4. En résumé	83
Chapitre 8. Aspects sécuritaires	85
8.1. Aspects sécuritaires	85
8.1.1. Les maillons faibles.	86
8.1.2. Remèdes possibles	88
8.1.3. Définition et choix de la cible de sécurité.	89
8.1.4. Notions de niveaux de sécurité appliqués en IoT	90
8.1.5. La vraie sécurité : exemple de <i>Secure Element</i>	92
8.1.6. Cryptographie	96
8.1.7. Objets « grand public », IoT, sécurité... et <i>Cloud</i>	101
8.1.8. Juge de paix de la qualité de la sécurité	106
8.1.9. Quelques réflexions à propos de sécurité, privauté et IoT	106
8.2. Vulnérabilités et attaques de la chaîne IoT	108

8.2.1. Attaques au niveau des couches logicielles	109
8.2.2. Attaques au niveau des cartes ou Objets	109
8.2.3. Attaques au niveau des circuits intégrés.	110
8.3. Standards de sécurité	110
Partie 3. Architecture globale de la chaîne IoT	113
Chapitre 9. Modèles de communication en IoT.	117
9.1. Les modèles de communication en IoT	117
9.1.1. Le modèle OSI et sa description	117
9.1.2. Modèle TCP/IP	120
9.1.3. En guise de conclusion du chapitre	127
Chapitre 10. Architecture globale d'un système IoT	129
10.1. Architecture globale d'une solution OC et IoT	129
10.2. D'un point de vue plus technologique	130
10.2.1. Architecture et synoptique d'une chaîne IoT	130
10.3. Les très nombreux protocoles mis en jeu.	140
10.4. Les personnes concernées par toutes ces entités	141
Partie 4. Description détaillée de la chaîne IoT.	143
Partie 4A. De l'utilisateur (du monde extérieur) à l'Objet	147
Chapitre 11. Du monde extérieur à l'Objet	149
11.1. Par des capteurs	149
11.2. Par des liaisons filaires	150
11.3. Par des liaisons RF.	150
11.4. <i>Very Short Range</i> (< à 10 cm)	150
11.4.1. NFC en très courte distance (la dizaine de centimètres).	150
11.4.2. RFID UHF en courte distance (quelques mètres)	151
11.5. <i>Short Range SR Wide Band</i> (dizaines de mètres).	152
11.5.1. <i>Bluetooth Low Energy</i> (BLE)	153
11.5.2. ZigBee et autres	154

Chapitre 12. L'Objet connecté sécurisé	155
12.1. Les capteurs	155
12.2. L'intelligence locale-microcontrôleur	155
12.2.1. Exemple 1	156
12.2.2. Exemple 2	156
12.3. La sécurité (SE)...	156
12.4. Les moyens de communication	157
12.4.1. Vers le monde environnant	157
12.4.2. Vers les <i>base stations</i>	157
Partie 4B. De l'Objet à la <i>base station</i>	159
Chapitre 13. Communication pour accéder à une <i>base station</i>	163
13.1. Technologies possibles de connectivités réseaux	163
13.1.1. Réseaux RF non opérés à portée locale ou ultra-locale	165
13.1.2. Réseaux RF opérés à déploiement étendu	165
13.1.3. Y a-t-il la place pour toutes ces technologies ?	166
13.2. <i>Medium Range (MR) Wide Band</i> (centaines de mètres)	166
13.2.1. Wi-Fi	166
13.2.2. ZigBee et autres	168
13.3. <i>Long Range (LR)</i> (dizaines de kilomètres)	168
13.3.1. NB, UNB, WB, UWB, FHSS, DSSS et les réglementations RF	168
13.3.2. Les régulateurs et les réglementations	170
13.3.3. Les bases RF	177
13.3.4. <i>Low Throughput Network (LTN)</i>	182
13.3.5. <i>Long Range (LR-LTN)</i>	183
13.3.6. LR WB	223
13.3.7. LR WB opérés	227
Partie 4C. De la <i>base station</i> au serveur	235
Chapitre 14. Couche accès réseaux-IP	239
14.1. IPv4	239
14.1.1. Fonctionnement	240
14.1.2. Services délivrés	240
14.1.3. Fiabilité	240

14.2. IPv6	241
14.2.1. Différences d'IPv6 par rapport à IPv4 ?	241
14.2.2. Problèmes vie privée et/ou anonymat ?	243
14.3. 6LoWPAN	243
14.3.1. Description de la technologie	244
Chapitre 15. Le serveur	247
15.1. Fonctions conventionnelles d'un serveur IoT	248
Chapitre 16. Protocoles de transport et de messagerie	249
16.1. Le transport	249
16.1.1. Fonctionnement	250
16.1.2. Structure d'un segment TCP	250
16.2. Les technologies d' <i>IoT Messaging</i>	251
16.2.1. Paramètres principaux des protocoles	251
16.3. Les protocoles	255
16.3.1. <i>HyperText Transfer Protocol</i> (HTTP)	256
16.3.2. HTTP/2	257
16.3.3. <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT)	257
16.3.4. <i>Constrained Application Protocol</i> (CoAP)	259
16.3.5. <i>Extensible Messaging and Presence Protocol</i> (XMPP)	260
16.3.6. <i>Data Distribution Service</i> (DDS)	261
16.3.7. <i>Advanced Message Queuing Protocol</i> (AMQP)	262
16.3.8. SMQ	263
16.3.9. <i>Java Message Service</i> (JMS)	263
16.3.10. Autres protocoles	264
16.3.11. Le <i>broker</i>	265
16.3.12. Les langages de programmation	266
16.3.13. Les systèmes d'exploitation	267
Partie 4D. Du serveur <i>Cloud</i> aux différents utilisateurs	269
Chapitre 17. <i>Cloud</i> et <i>Fog Computing</i>	273
17.1. Le <i>Cloud Computing</i> ?	273
17.1.1. Quel est son mode de fonctionnement ?	273
17.1.2. Avantages et bénéfices dans les applications IoT	274
17.1.3. Types de <i>Cloud Computing</i>	275
17.1.4. Produits et services du <i>Cloud</i>	276

17.2. Exemple : la plateforme PaaS AWS IoT	276
17.2.1. Comment est gérée la sécurité ?	278
17.3. Le <i>Fog Computing</i> ?	279
17.4. <i>Big Data</i>	280
17.5. Interfaces naturelles	281
Partie 5. Concrétisation d'une solution IoT – Exemples et coûts . . .	283
Chapitre 18. Exemples de concrétisation d'Objets connectés . . .	287
18.1. Sujet/application prise comme exemple	287
18.1.1. Architecture du produit Objet communicant physique	289
18.1.2. Etapes obligatoires de la concrétisation de l'Objet.	291
Chapitre 19. Les aspects des coûts	295
19.1. CAPEX et OPEX sont dans un bateau...	295
19.1.1. CAPEX	296
19.1.2. OPEX	306
19.1.3. Conclusions <i>very</i> importantes	309
Conclusion	311
Bibliographie	313
Index	317