

Table des matières

| | |
|---|----|
| Préface | 1 |
| Florence BOST et Gaëlle LISSORGUES | |
| Remerciements | 3 |
| Avant-propos | 5 |
| Introduction | 7 |
| Partie 1. Vêtements, patches intelligents et biocapteurs | 23 |
| Chapitre 1. Vêtements, patches intelligents et contraintes | 25 |
| 1.1. Quelques rappels et définitions | 25 |
| 1.1.1. Les grandes familles du textile | 25 |
| 1.1.2. La filière « vêtements » | 33 |
| 1.2. Le marché des textiles intelligents vu du côté des consommateurs | 35 |
| 1.2.1. Les leviers d’achats | 35 |
| 1.2.2. Les freins à l’achat des vêtements intelligents (VI) | 35 |
| 1.2.3. Les solutions pour apporter la confiance | 37 |
| 1.2.4. Courbe « Hype » des innovations. | 37 |
| 1.3. Contraintes autour d’un projet VI. | 41 |
| 1.3.1. Aspects financiers et marketing. | 41 |

| | |
|--|----|
| 1.3.2. Aspects ergonomiques | 42 |
| 1.3.3. Aspects techniques | 43 |
| 1.3.4. Aspects énergétiques | 44 |
| 1.3.5. Aspects industriels | 44 |
| 1.3.6. Aspects réglementaires et recommandations | 45 |
| 1.3.7. Aspects normatifs | 62 |
| 1.3.8. Aspects applicatifs | 65 |

Chapitre 2. Biocapteurs et technologie graphène 73

| | |
|---|-----|
| 2.1. Introduction aux capteurs VI. | 74 |
| 2.1.1. Capteurs fréquemment utilisés dans les VI | 77 |
| 2.2. Capteurs de grandeurs physiques « non bio » | 81 |
| 2.2.1. Les types de détecteurs de ces capteurs | 82 |
| 2.2.2. Exemples de capteurs | 82 |
| 2.3. Le matériau graphène | 86 |
| 2.3.1. Le carbone | 86 |
| 2.3.2. Le graphite | 86 |
| 2.3.3. Le graphène | 87 |
| 2.3.4. Propriétés du graphène | 89 |
| 2.3.5. Intérêt du graphène dans les VI | 92 |
| 2.4. Le graphène et ses secrets | 93 |
| 2.4.1. Obtention du graphène | 94 |
| 2.4.2. Producteurs et fournisseurs de graphène | 103 |
| 2.4.3. Prix du marché | 106 |
| 2.4.4. Recherches autour du graphène | 107 |
| 2.4.5. Brevets et propriétés intellectuelles | 112 |
| 2.5. Les capteurs « bio » | 114 |
| 2.5.1. Capteurs « physiques » reliés au bio, sans analyte | 114 |
| 2.5.2. Capteurs « bio » (biocapteurs), avec analyte | 116 |
| 2.6. Applications du graphène dans les VI | 131 |
| 2.6.1. Biocapteurs et patches | 131 |
| 2.6.2. Multicapteurs : patches multibiocapteurs | 144 |
| 2.6.3. Hors capteurs et hors « bio » | 145 |
| 2.7. Conclusions du graphène dans le VI | 149 |
| 2.7.1. Bénéfices aux contraintes applicatives des VI | 149 |
| 2.7.2. Biocapteurs graphènes dans le VI | 155 |
| 2.7.3. Les points critiques à examiner au plus tôt | 156 |

| | |
|--|------------|
| Partie 2. Le biocontrôleur | 157 |
| Chapitre 3. Le bioprocasseur | 159 |
| 3.1. Structure de l'ensemble « AFE (<i>Analog Front-End</i>) | |
| + CPU (<i>Central Processing Unit</i>) » | 159 |
| 3.1.1. Le « tout-en-deux » | 161 |
| 3.1.2. Le « tout-en-un » | 161 |
| 3.2. L'AFE | 162 |
| 3.2.1. Fonctionnalités d'une AFE | 162 |
| 3.2.2. Les nombreuses AFE possibles | 162 |
| 3.3. La CPU | 178 |
| 3.3.1. Traitement du signal | 178 |
| Chapitre 4. Alimentation énergétique du patch | 187 |
| 4.1. Problèmes d'alimentation du patch | 187 |
| 4.1.1. Choix des modes d'alimentations du patch | 187 |
| 4.1.2. Estimation du bilan énergétique d'un patch | 188 |
| 4.1.3. Choix de la batterie, supercapacité et <i>energy harvesting</i> | 192 |
| 4.2. <i>Energy harvesting</i> | 195 |
| 4.2.1. Généralités | 196 |
| 4.2.2. Technologies existantes pour VI | 207 |
| 4.3. Exemple d' <i>energy harvesting</i> pour VI | 209 |
| 4.3.1. <i>Energy harvesting via</i> une liaison HF (haute fréquence) | |
| de type NFC (<i>Near-Field Communication</i>) | 209 |
| 4.3.2. Exemples de patchs avec <i>energy harvesting</i> à NFC | 216 |
| Chapitre 5. Communications OBC (<i>Out-of-body Communications</i>) | |
| et IBC (<i>Intra-body Communications</i>) en VI | 219 |
| 5.1. Communications en VI | 220 |
| 5.1.1. Communications <i>orbi</i> – OBC | 220 |
| 5.1.2. Communications <i>urbi</i> – IBC | 221 |
| 5.1.3. Modes de communications possibles des patchs | 222 |
| 5.2. Connectivité et viabilité OBC des VI | 224 |
| 5.2.1. Viabilité de la connectivité des OBC en VI | 224 |
| 5.3. Du monde connecté RF (radiofréquences) aux OBC en VI | 227 |
| 5.3.1. Quelques minibases de RF | 228 |

| | |
|---|-----|
| 5.3.2. Connectivité RF de proximité ou lointaine des VI. | 229 |
| 5.3.3. <i>Short Range</i> (SR) | 231 |
| 5.3.4. <i>Medium Range</i> (MR) | 233 |
| 5.3.5. <i>Medium Range Wide Band</i> (MRWB) (centaine de mètres) | 233 |
| 5.3.6. <i>Long Range</i> (LR) et <i>Far-Field</i> | 234 |
| 5.4. Architecture des chaînes VI connectées | 235 |
| 5.4.1. Description technologique de la chaîne | 236 |
| 5.4.2. Big Data | 241 |
| 5.4.3. Les très nombreux protocoles mis en jeu | 242 |
| 5.5. Réseaux de patches OBC et IBC en VI | 243 |
| 5.5.1. Les nombreuses terminologies de x AN (<i>x Area Network</i>). | 243 |
| 5.5.2. x PAN (<i>x Personal Area Network</i>) en radiofréquences | 245 |
| 5.5.3. Du WPAN (<i>Wireless Personal Area Network</i>) au WBAN (<i>Wireless Body Area Network</i>) | 247 |
| 5.5.4. PAN et famille IEEE 802.15 | 247 |
| 5.6. BAN | 248 |
| 5.6.1. Définition du BAN – IEEE 802.15.6 | 248 |
| 5.6.2. Historique du BAN | 249 |
| 5.6.3. Réseaux BAN en VI | 251 |
| 5.6.4. Couche physique d'un BAN | 256 |
| 5.6.5. Couche MAC (<i>Medium Access</i>) | 260 |
| 5.6.6. Champs applicatifs des BAN | 261 |
| 5.6.7. Principaux challenges de conception des patches BAN | 264 |
| 5.7. IBC. | 265 |
| 5.7.1. Du BAN à l'IBC | 265 |
| 5.7.2. La genèse de l'IBC | 267 |
| 5.7.3. Les grands principes de l'IBC | 272 |
| 5.8. Système IBC capacitif | 285 |
| 5.8.1. Communication entre deux éléments du réseau | 285 |
| 5.8.2. IBC et non-rayonnement corporel | 289 |
| 5.8.3. Concept de base de la communication IBC. | 292 |
| 5.9. Modélisations d'un système IBC | 293 |
| 5.9.1. Modèle d'un système IBC et analyse des canaux | 294 |
| 5.9.2. Modélisation des canaux de communication du corps humain . . | 294 |
| 5.9.3. Modèle électrique du médium | 298 |
| 5.9.4. Modèle électrique du canal | 300 |
| 5.10. Simulations | 303 |
| 5.11. Exemples de solutions VI avec IBC. | 304 |
| 5.11.1. Exemple 1 : pour les débutants | 304 |
| 5.11.2. Exemple 2 : pour les plus grands | 310 |

| | |
|--|-----|
| Conclusion. Concrétisation d'une solution | 315 |
| Épilogue | 335 |
| Glossaire | 337 |
| Les auteurs | 339 |
| Bibliographie | 341 |
| Index | 347 |