

---

sous la direction d'André Migeon

# Applications industrielles des capteurs

---

environnement, agroalimentaire,  
sécurité alimentaire, domotique,  
loisirs et télécommunications

volume 1

 hermes

Lavoisier

---

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. PRINCIPES TECHNOLOGIQUES FONDAMENTAUX . . . . .</b>	<b>13</b>
Pavel RIPKA	
1.1. Capteurs de champ magnétique . . . . .	15
1.2. Capteurs magnétiques pour variables mécaniques . . . . .	20
1.3. Capteurs piézoélectrique et pyroélectrique . . . . .	27
1.4. Capteurs capacitifs . . . . .	37
1.5. Capteurs à ultrasons . . . . .	46
1.6. Capteurs micro-ondes et radar . . . . .	54
1.7. Capteurs optiques . . . . .	62
1.8. Capteurs infrarouges . . . . .	75
1.9. Résistance magnétique nucléaire . . . . .	81
1.10. Capteurs résistifs . . . . .	88
1.11. Transducteurs mécaniques . . . . .	90
1.12. Capteurs chimiques et biocapteurs . . . . .	92
<b>2. MODULE ENVIRONNEMENT . . . . .</b>	<b>109</b>
André MIGEON et Anne Elisabeth LENEL avec la collaboration de Marc TURPIN	
<b>Le domaine environnement . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>113</b>
2.1. Mesure électromagnétique de niveau d'eau . . . . .	117
2.2. Mesure de niveau d'eau par piézorésistivité . . . . .	119
2.3. Mesure de niveau par augets basculeurs . . . . .	121

2.4. Mesure capacitive de niveau	123
2.5. Mesure de distance par ultrasons	125
2.6. Mesure de profil de température par thermistances	127
2.7. Mesure relative de température	129
2.8. Mesure capacitive d'humidité, température	131
2.9. Mesure capacitive d'humidité	133
2.10. Mesure capacitive d'humidité	135
2.11. Mesure anémométrique par fibre optique	137
2.12. Mesure de vitesse de l'eau par effet Doppler	139
2.13. Mesure de vitesse en débit par ultrasons	141
2.14. Mesure de vitesse en débit par ultrasons	143
2.15. Débitmètre à oscillation pour la mesure bilogaz	145
2.16. Mesure de débit par ultrasons	147
2.17. Mesure de pression par fibre optique	150
2.18. Mesure de pression par corde vibrante	152
2.19. Mesure capacitive de pression atmosphérique	154
2.20. Mesure capacitive de pression	156
2.21. Mesure piézorésistive de pression	158
2.22. Mesure de turbidité par néphélogéométrie	160
2.23. Mesure de turbidité par néphélogéométrie	163
2.24. Mesure IR de turbidité	166
2.25. Mesure de conductivité par électrodes	168
2.26. Mesure de la conductivité de l'eau par induction	170
2.27. Mesure de redox de l'eau par électrolyte gélifié	172
2.28. Mesure de redox par oxydoréduction	174
2.29. Mesure chimique de pH	177
2.30. Mesure optique de carbone	180
2.31. Détecteur de COV par photo ionisation	182
2.32. Détection d'hydrocarbures par fluorescence	184
2.33. Mesure TDR de la teneur en eau du sol	186
2.34. Détecteur catalytique d'alcool	188
2.35. Détection optique de biogaz	190
2.36. Mesure optique de densité de poussières	192
2.37. Mesure d'ondes acoustiques par induction magnétique	194
2.38. Mesure capacitive d'ondes acoustiques	196
2.39. Mesure de niveau sonore par microphone à électret	198
2.40. Mesure optique de la météo	200
2.41. Mesure LIDAR de distribution spatiale des nuages	203
2.42. Détection préventive des risques de foudre par courant de fuite	205
2.43. Mesure de rayonnement solaire par photoconductivité	208
2.44. Mesure de flux d'air par ultrasons	210
2.45. Mesure de turbulences par ultrasons	212
2.46. Mesure optique de visibilité	215
2.47. Mesure de déformation par fibre optique	218
2.48. Détection de fuites	220
2.49. Mesure de l'indice de réfraction par fibre optique	222
2.50. Mesure de luminance dans l'atmosphère par photométrie solaire	224
<b>Glossaire</b>	227
<b>3. MODULE AGROALIMENTAIRE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE</b>	233
<b>Jean-Michel DESSEIGNE avec la collaboration de Christophe GUIZARD et de l'ADIV</b>	
<b>Secteur des industries agroalimentaires</b>	235
<b>Index</b>	237
3.1. Débitmètre électromagnétique	243
3.2. Débitmètre massique à force de Coriolis	246
3.3. Débitmètre à ultrasons	248
3.4. Mesure de niveau par radar	251
3.5. Mesure de niveau par radar	253
3.6. Mesure de niveau par radar filoguidé	255
3.7. Mesure de niveau par ultrasons	257
3.8. Détecteur de niveau capacitif	259
3.9. Mesure de niveau par pression hydrostatique	261
3.10. Détection de niveau par lames vibrantes	263
3.11. Mesure de pH	265
3.12. Mesure du dioxyde de chlore	267
3.13. Mesure du potentiel d'oxydoréduction	269
3.14. Mesure de l'ozone dissous	271
3.15. Mesure de la conductivité électrique	273
3.16. Mesure de la conductivité	275
3.17. Mesure de la conductivité électrolytique	275

**Capteurs pour les loisirs et les applications domestiques** . . . . . 363

Compass magnétique pour téléphones mobiles . . . . .	371
Capteur d'image CMOS . . . . .	373
Capteurs CCD pour applications mobiles . . . . .	375
Compass analogique . . . . .	377
Compass numérique . . . . .	379
Altimètre numérique . . . . .	381
Altimètre mécanique . . . . .	383
GPS portable . . . . .	385
Thermomètre numérique . . . . .	387
Détecteur à fibre optique . . . . .	389
Microphone à électrets . . . . .	391
Inclinaison . . . . .	393
Microphone à condensateur . . . . .	395
Suiveur de position . . . . .	398
Anémomètre . . . . .	400
Capteur d'humidité . . . . .	403
Hygromètre infrarouge . . . . .	405
Anémomètre thermique . . . . .	407
Anémomètre à pression . . . . .	409
Capteur de température . . . . .	411
Température de l'air . . . . .	413
Mesure de pression . . . . .	416
Station multi mesures-confort . . . . .	419
Qualité de l'air . . . . .	421
Capteur de température . . . . .	423
Capteur de débit d'eau . . . . .	425
Capteur de radiations solaires . . . . .	427
Consommation de chaleur . . . . .	429
Capteur de température . . . . .	431
Compteur à gaz . . . . .	434
Compteur d'eau froide . . . . .	437

3.18. Oxygène dissous . . . . .	279
3.19. Oxygène dissous . . . . .	282
3.20. Activité enzymatique . . . . .	284
3.21. Turbidimètre . . . . .	286
3.22. Turbidimètre . . . . .	289
3.23. Turbidimètre . . . . .	292
3.24. Viscosimètre . . . . .	294
3.25. Moyen infrarouge (MIR IRTF) . . . . .	296
3.26. Réfractomètre . . . . .	299
3.27. Réfractomètre . . . . .	301
3.28. Tri optique des petits produits . . . . .	303
3.29. Tri optique fruits et légumes . . . . .	306
3.30. Contrôle des bouteilles . . . . .	308
3.31. Découpe assistée par vision . . . . .	311
3.32. Contrôle de la couleur des produits en poudre . . . . .	314
3.33. Conditionnement de produits assisté par vision . . . . .	317
3.34. Analyse des protéines par infrarouge . . . . .	319
3.35. Détecteurs d'oxygène . . . . .	322
3.36. Mesure de pression . . . . .	324
3.37. Colorimètre . . . . .	326
3.38. Détection de métaux . . . . .	328
3.39. Détection de contaminants par rayons X . . . . .	330
3.40. Hygrométrie de l'air . . . . .	332
3.41. Classification des carcasses bovines par vision numérique . . . . .	334
3.42. Mesure de pH . . . . .	336
3.43. Mesure de température par PT100 . . . . .	338
3.44. Concentration par ultrasons . . . . .	340
3.45. ATP-métrie . . . . .	342
3.46. Mesure de débit de gaz neutre . . . . .	344
3.47. Détecteur de gaz . . . . .	346
3.48. Mesure de température et d'humidité . . . . .	348
3.49. Mesure thermique infrarouge . . . . .	350
3.50. Analyse des précipitations . . . . .	352
3.51. Contrôle de la fermentation malolactique par bio capteur enzymatique . . . . .	354
Glossaire . . . . .	357

12 Application industrielle des capteurs I

4.32. Capteur de température . . . . .	439
4.33. Température - PN . . . . .	441
4.34. Capteur de pH . . . . .	443
4.35. Mesure de rotation . . . . .	445
4.36. Capteur d'intensité lumineuse . . . . .	448
4.37. Capteur de vibrations . . . . .	450
4.38. Contrôle de température . . . . .	452
4.39. Système de sécurité . . . . .	454
4.40. Détecteur de proximité . . . . .	456
4.41. Capteur de turbidité . . . . .	459
4.42. Ajustement potentiométrique . . . . .	461
4.43. Capteur de pression . . . . .	464
4.44. Capteur de pression . . . . .	466
4.45. Capteur de courant - AMR . . . . .	469
4.46. Capteur de courant (Hall) . . . . .	471
4.47. Hygromètre capacitif (sols) . . . . .	473
4.48. Capteur de pluie . . . . .	475
4.49. Caméras thermiques . . . . .	477
4.50. Pyromètres à thermopiles . . . . .	479
<b>Glossaire . . . . .</b>	<b>481</b>