

Sous la direction de

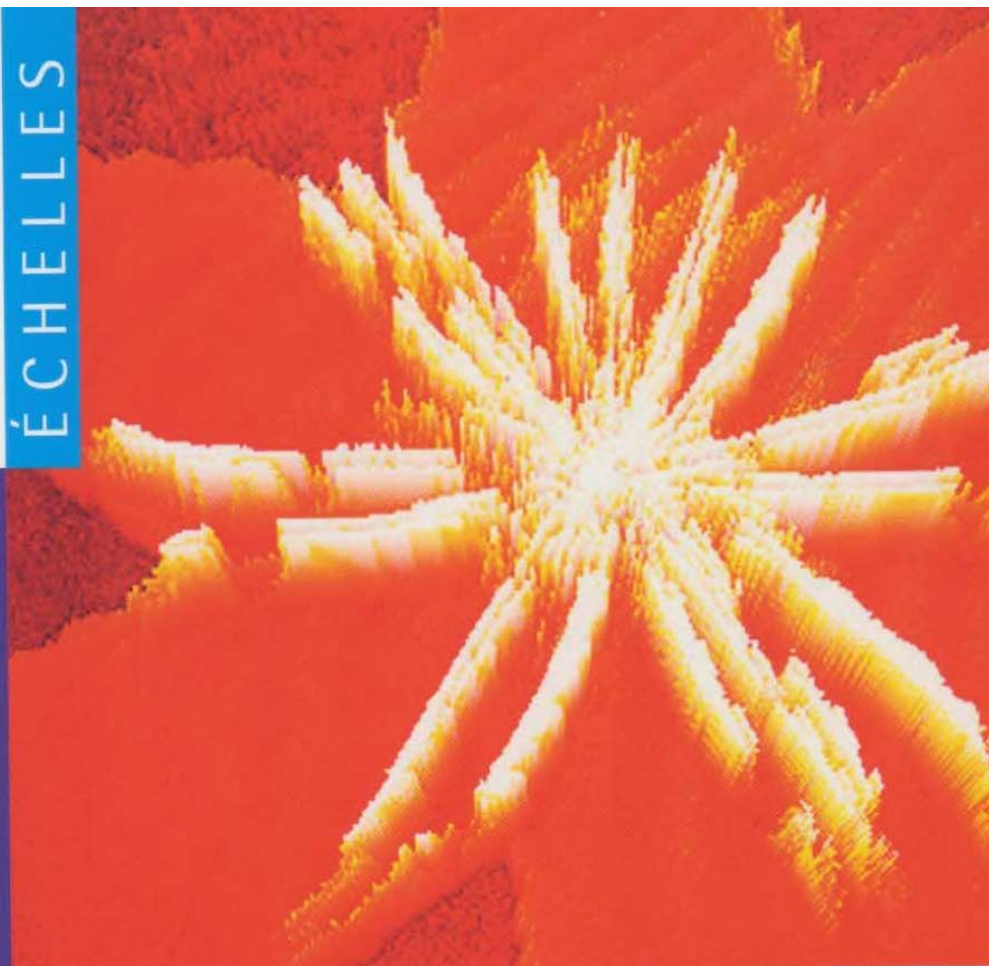
Marcel
Lahmani

Patrick
Boisseau

Philippe
Houdy

ÉCHELLES

Collection



Les nanosciences

3. Nanobiotechnologies et nanobiologie

Belin

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	14
Préface	15
Introduction NANOBIOTECHNOLOGIES ET NANOLOGIE	17
 PARTIE I : LES NANO-OBJETS BIOLOGIQUES	
Chapitre 1 RÉGULATION STRUCTURALE ET FONCTIONNELLE DE L'ADN : GÉOMÉTRIE-TOPOLOGIE-MÉTHYLATION	22
1 Introduction	22
2 Géométrie de la double hélice d'ADN	24
3 La conformation Z de l'ADN	27
4 Le surenroulement de l'ADN	31
5 La méthylation de l'ADN	35
6 Conclusion	42
Bibliographie	43
Chapitre 2 ASSEMBLAGES PROTÉO-LIPIDIQUES ET NANOSTRUCTURES BIOMIMÉTIQUES	47
1 Introduction : la membrane biologique.....	47
2 Lipides membranaires : structures et propriétés.....	49
3 Modèles membranaires et méthodes de caractérisation	62
4 Assemblages protéo-lipidiques	92
5 Exemples d'applications des membranes biomimétiques en nanobiotechnologies.....	105
Bibliographie	108
Chapitre 3 COMPLEXES SUPRAMOLÉCULAIRES D'ADN	117
1 Introduction	117
2 Les différentes étapes du transfert de gènes	121
3 Les assemblages polymoléculaires en ADN : préparation, caractérisa- tion et propriétés	126
4 Les assemblages monomoléculaires en ADN (nanoplexes d'ADN) : pré- paration, caractérisation et propriétés	138
5 Conclusions et perspectives	143
Bibliographie	143

Chapitre 4 NANOPARTICULES MINÉRALES FONCTIONNALISÉES À DES FINS D'APPLICATIONS BIOMÉDICALES	145
1 Synthèse et modification chimique de surface des nanoparticules minérales	146
2 Applications au marquage biologique <i>in vitro</i> et sur l'animal	161
3 Applications <i>in vivo</i>	168
4 Conclusions	181
Bibliographie	182
Chapitre 5 NANOMACHINES DU VIVANT	185
1 Introduction	185
2 Force et mouvement par assemblage dirigé des filaments d'actine	188
3 Les moteurs moléculaires : myosines et kinésines	206
4 L'ATP synthase, le plus petit moteur moléculaire rotatif actuellement connu	218
5 En guise de conclusion	230
Bibliographie	231
Chapitre 6 SÉLECTION D'APTAMÈRES PAR ÉVOLUTION DARWINIENNE	235
1 Quelques aspects théoriques de l'évolution moléculaire	236
2 Caractéristiques structurales des acides nucléiques	239
3 Présentation du SELEX	243
4 Applications	247
5 Conclusion	256
Bibliographie	257
PARTIE II : LES MÉTHODES D'ÉTUDE DES NANOBIOTECHNOLOGIES	
Chapitre 7 LES OUTILS OPTIQUES	264
1 Introduction aux microscopies de fluorescence	264
2 Les marqueurs	273
3 Systèmes de détection <i>in vivo</i>	301
4 Systèmes de détection <i>in vitro</i>	316
5 Autres systèmes de détection – Analyse de la dynamique des interactions moléculaires	341
Bibliographie	366
Chapitre 8 NANOFORCE ET IMAGERIE	381
1 Imagerie cellulaire et moléculaire en AFM	381
2 Machine à forces entre surfaces et micromanipulations	395
3 Microscopie de force en mode contact et mode oscillant	405
4 La technique des pinces optiques	435
5 Les pinces magnétiques	446
Bibliographie	464

Chapitre 9 LES MÉTHODES DE SURFACE	475
1 Les biocapteurs basés sur la résonance plasmonique de surface : l'interprétation des données.....	475
2 Ellipsométrie	497
3 Spectroscopie optique par guide d'ondes.....	519
4 Spectroscopies vibrationnelles	533
5 Microscopie à l'angle de Brewster	548
6 La microbalance à cristal de quartz avec mesure de la dissipation	552
7 Réflectométrie de rayons X et de neutrons en incidence rasante.....	568
Bibliographie	576
Chapitre 10 SPECTROMÉTRIE DE MASSE	587
1 Spectrométrie de masse : principe et définitions	587
2 Sources d'ionisation des biomolécules	590
3 Analyseurs	603
4 Couplage séparation en phase liquide – spectrométrie de masse.....	613
5 Quel appareil de spectrométrie de masse coupler aux techniques séparatives ? ESI ou MALDI ?	616
6 Nanotechnologies pour l'interface MS.....	618
Bibliographie	620
Chapitre 11 DYNAMIQUE ET CARACTÉRISATION ÉLECTRIQUE DU TRANSPORT	631
1 Canaux ioniques et patch-clamp	631
2 Ampérométrie	657
3 Transport de macromolécules à travers des nanopores naturels et artificiels. Détection électrique.....	682
4 Techniques électrophorétiques.....	705
Bibliographie	716
Chapitre 12 LA MICROFLUIDIQUE : CONCEPTS ET APPLICATIONS EN SCIENCES DE LA VIE	731
1 Introduction	731
2 Physique des écoulements microfluidiques	733
3 Fabrication, matériaux, fonctions	741
4 Exemples d'applications	748
5 Conclusion	757
Bibliographie	758
Chapitre 13 TRAITEMENT DE L'INFORMATION	763
1 Nanobiotechnologies et systèmes d'information.....	763
2 Représentation de l'information	771
3 Corriger les capteurs et améliorer l'information.....	774
4 Extraire l'information.....	778
5 Analyser l'information	782
Bibliographie	786

Chapitre 14 LA DYNAMIQUE MOLÉCULAIRE. OBSERVER LA MATIÈRE EN MOUVEMENT	791
1 Introduction	791
2 Les principes fondamentaux de la dynamique moléculaire	794
3 La fonction énergie potentielle	796
4 Intégration des équations du mouvement	801
5 Traitement rigoureux des interactions électrostatiques	809
6 Quelques propriétés accessibles à partir des simulations	812
7 Dynamique moléculaire et parallélisme	817
8 Conclusion	819
Bibliographie	820
 PARTIE III : LES APPLICATIONS DES NANOBIOTECHNOLOGIES	
Chapitre 15 LA PCR EN TEMPS RÉEL	826
1 Présentation de la PCR en temps réel	826
2 Mise au point d'une expérience de PCR quantitative en temps réel	838
3 Exemples d'applications de la PCR en temps réel	846
Bibliographie	853
Chapitre 16 LES BIOCAPTEURS : DE L'ÉLECTRODE À GLUCOSE AUX BIOPUCES	855
1 Les biorécepteurs	856
2 Les méthodes d'immobilisation	861
3 Les biocapteurs à détection électrochimique	863
4 Les biocapteurs à transduction massique	870
5 Les thermistances à enzyme	872
6 Les biocapteurs à fibre optique	874
7 Les biopuces	882
8 Conclusion	888
Bibliographie	890
Chapitre 17 LES PUCES À ADN	893
1 Introduction	893
2 Puces à ADN : analyse du transcriptome	895
3 Puces à ADN : au-delà du transcriptome	905
Bibliographie	912
Chapitre 18 LES PUCES À PROTÉINES	919
1 Rappels sur les protéines	920
2 Réalisation de puces à protéines sur des supports plans	921
3 Autres formats de puces à protéines	935
4 Applications des puces à protéines	937
5 Conclusion	940
Bibliographie	941

Chapitre 19 LES BIOPUCES À CELLULES	947
1 Puces pour l'analyse et le traitement de cellules vivantes	947
2 Puces patch-clamp	953
Bibliographie	973
Chapitre 20 LABORATOIRES SUR PUCE	981
1 Le concept général	981
2 Les fonctions implantées	983
3 Les aspects technologiques	991
4 Conclusion	995
Bibliographie	995
Chapitre 21 MULTICOUCHES DE POLYÉLECTROLYTES	1001
1 Le concept	1001
2 Films à croissance linéaire et films à croissance exponentielle	1004
3 Fonctionnalisation biologique des films	1010
4 Particules creuses réalisées avec des multicouches	1019
5 Vers des architectures plus complexes	1021
6 Perspectives	1023
Bibliographie	1023
Chapitre 22 BIOINTÉGRATION DES MATÉRIAUX	1027
1 Le concept d'ingénierie tissulaire et cellulaire	1027
2 Modifications de surfaces des matériaux	1029
3 Exemples d'applications de la biointégration de biomatériaux	1038
4 Évaluation <i>in vivo</i> des produits de l'ingénierie tissulaire	1042
5 Moyens d'exploration associés à l'ingénierie tissulaire	1045
Bibliographie	1046
Chapitre 23 LES VECTEURS VIRAUX POUR LE TRANSFERT DE GÈNES <i>IN VIVO</i>	1055
1 Introduction	1055
2 Principaux types de vecteurs viraux	1056
3 Applications biomédicales de la plate-forme virale	1065
4 Régulation et visualisation de l'expression du transgène	1074
5 Perspectives	1077
Bibliographie	1078
Chapitre 24 APPLICATIONS DES VECTEURS NANOPARTICULAIRES DANS LE DOMAINE PHARMACEUTIQUE	1082
1 Introduction à la vectorisation – intérêt dans le domaine pharmaceutique	1082
2 Les vecteurs nanoparticulaires	1084
3 Évolution des vecteurs destinés à des applications pharmaceutiques ..	1090
4 Applications des vecteurs	1096

5 Conclusion	1099
Bibliographie	1099
Chapitre 25 VERS DES NANOPARTICULES ACTIVABLES POUR LE TRAITEMENT	
DU CANCER : L'EXEMPLE DE NANOBIOITIX	1105
1 Introduction	1105
2 Concept des <i>nanoTherapeutics</i>	1106
3 Différentes familles de nanoparticules	1109
4 Mécanisme d'action des <i>nanoTherapeutics</i>	1110
5 Synthèse de nanoMag	1113
6 Avantages des différentes familles de <i>nanoTherapeutics</i>	1114
7 Résultats (nanoMag)	1117
8 Conclusion	1124
Bibliographie	1125
Chapitre 26 LES ENJEUX ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET MÉDICAUX DES	
NANOBIOTECHNOLOGIES	1126
1 Des applications actuelles aux applications futures	1126
2 Des acteurs aux clusters	1135
3 Du financement à l'exploitation industrielle et commerciale	1135
4 Du risque à la précaution	1137
5 En guise de conclusion : vers la nanomédecine	1140
Bibliographie	1143
Index	1145