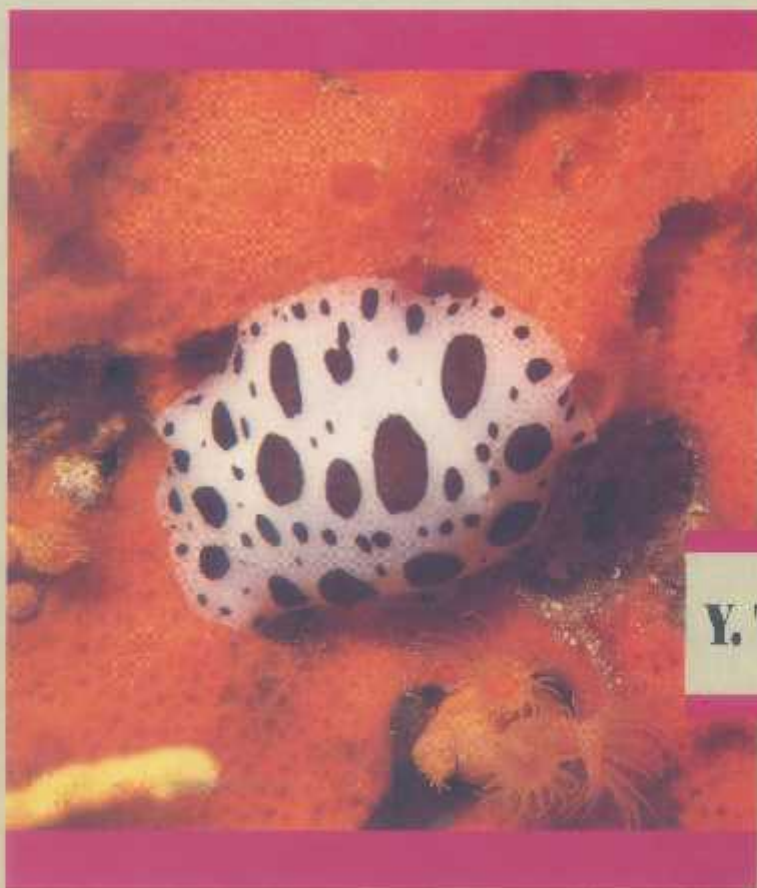


# L'organisme en équilibre avec son milieu



**Y. Turquier**

BLO9

**L'ORGANISME DANS SON MILIEU - TOME 2**  
**PRÉCIS DE ZOOLOGIE FONCTIONNELLE**

Table des matières

# L'organisme en équilibre avec son milieu

**Y. Turquier**  
avec la participation de **A. Toulmond**



4844 1/2

**dois éditeurs - paris**

# Table des matières

AVANT-PROPOS .....	XIII
INTRODUCTION .....	1
PREMIÈRE PARTIE – LES ÉCHANGES RESPIRATOIRES.....	3
I. LA RESPIRATION DES ANIMAUX AQUATIQUES.....	5
1. L'oxygène en milieu aquatique.....	5
a. L'oxygène disponible dans le milieu.....	6
b. La diffusion dans les tissus.....	6
2. La respiration cutanée.....	8
a. Approvisionnement par simple diffusion.....	8
b. De la respiration cutanée à la respiration branchiale : les perfectionnements de la respiration transtégumentaire.....	9
<i>La circulation de l'eau (convection externe)</i> .....	9
<i>L'intervention d'un appareil de convection interne</i> .....	10
• Les compartiments cœlomiques des Echinodermes.....	10
– Organisation.....	10
– Fonctionnement de la convection interne.....	12
– Les améliorations de l'appareil respiratoire.....	13
• L'appareil circulatoire des Annélides.....	14
– L'appareil circulatoire des Oligochètes aquatiques.....	15
– Les perfectionnements de la convection interne.....	16
– Les mouvements ventilatoires.....	16
<i>La synthèse de pigments respiratoires</i> .....	17
• Structure et répartition des pigments respiratoires.....	17
• Fonctions des pigments respiratoires.....	18
3. La respiration branchiale.....	20
a. Les premières tentatives : l'exemple des Annélides.....	21
• Branchies « cœliaques » ou « lymphatiques ».....	21
• Panaches et filaments pseudo-branchiaux.....	21
• Branchies vraies.....	21
b. Les Mollusques : une ventilation branchiale de type ciliaire.....	23
<i>Organisation générale de la branchie</i> .....	23
<i>La branchie au service de la nutrition : le cas des Lamellibranches</i> .....	25
<i>Ventilation branchiale et torsion de la masse viscérale :</i> <i>le cas des Gastéropodes</i> .....	27

	<i>Les Céphalopodes et le passage à une ventilation musculaire</i> .....	30
c.	Les Crustacés : une ventilation de type appendiculaire.....	31
	<i>Les organes respiratoires des Crustacés aquatiques</i> .....	32
	• La respiration « palléale » et les courants nourriciers .....	33
	• La respiration « appendiculaire » et les courants locomoteurs .....	33
	• La respiration « branchiale » et les courants ventilatoires propres.....	34
	<i>Structure et fonctionnement de l'appareil respiratoire des Décapodes</i> .....	34
	• Les branchies .....	34
	• La cavité branchiale et la ventilation .....	37
	• Le contrôle de la ventilation branchiale.....	42
d.	L'appareil branchial des Vertébrés.....	43
	<i>Branchies externes</i> .....	46
	<i>Organisation et structure des branchies internes</i> .....	47
	• Origine embryonnaire .....	47
	• Variations de l'organisation anatomique.....	48
	• Structure des feuillets branchiaux .....	48
	<i>La ventilation branchiale</i> .....	5
	<i>Les fonctions respiratoires des branchies</i> .....	5
II.	LES PROBLÈMES RESPIRATOIRES LIÉS À LA SORTIE DE L'EAU.....	5
1.	<b>La vie dans la zone de balancement des marées</b> .....	5
a.	La résistance à l'anoxie pendant la marée basse .....	5
	<i>Les Polychètes : l'exemple de l'Arénicole</i> .....	5
	<i>Les Mollusques</i> .....	5
	• Le début de l'émersion.....	6
	• L'émersion prolongée .....	6
	• La phase de récupération .....	6
b.	La vie supra-littorale.....	6
	<i>Gastéropodes Prosobranches</i> .....	6
	<i>Crustacés Décapodes</i> .....	6
	• La respiration branchiale .....	6
	• La respiration tégumentaire.....	6
	• La respiration pulmonaire.....	6
2.	<b>La vie amphibie</b> .....	6
a.	Les appareils respiratoires d'appoint chez les Poissons Ostéichthyens .....	6
	<i>Anatomie</i> .....	7
	• La cavité bucco-pharyngée.....	7
	• Modifications de la cavité branchiale .....	7
	– Diverticules de la cavité branchiale ou pharyngienne.....	7
	– Organes « arborescents ».....	7
	– Organes « labyrinthiformes ».....	7
	• Diverticules césophagiens.....	7
	– Vessie gazeuse.....	7
	– Poumon.....	7
	• Organes intestinaux .....	7
	<i>Rôle respiratoire</i> .....	7
	• Poissons à respiration aérienne facultative .....	7
	• Poissons à respiration aérienne obligatoire.....	7

b. La respiration mixte des Amphibiens adultes.....	79
• Développement ontogénétique et structure du poumon .....	80
• Mécanisme de la ventilation pulmonaire .....	80
• La respiration pulmo-cutanée.....	81
<b>3. La respiration des embryons d'Amniotes .....</b>	<b>82</b>
a. Chez les espèces ovipares .....	82
<i>Les dispositifs assurant les échanges respiratoires .....</i>	<i>83</i>
• La coquille et les membranes coquillières.....	83
• La vésicule allantoïdienne.....	83
<i>Les échanges gazeux et leur régulation.....</i>	<i>86</i>
• Evolution du système respiratoire au cours de l'incubation.....	86
• Le rôle de la coquille : généralisation à l'ensemble des Oiseaux .....	86
b. Chez les espèces vivipares .....	88
<i>Les dispositifs assurant les échanges respiratoires .....</i>	<i>88</i>
• Ontogenèse du placenta : exemple de l'espèce humaine .....	88
• Structure et vascularisation du placenta.....	90
<i>La fonction respiratoire du placenta.....</i>	<i>92</i>
<b>III. LA RESPIRATION DES ANIMAUX AÉRIENS .....</b>	<b>95</b>
<b>1. Les appareils respiratoires d'origine tégumentaire.....</b>	<b>95</b>
a. Les « pseudo-trachées » des Isopodes terrestres .....	96
b. Les « phyllotrachées » des Arachnides .....	97
c. Le poumon des Gastéropodes .....	101
<b>2. Les appareils trachéens .....</b>	<b>103</b>
a. Organisation anatomique .....	103
<i>Structure des trachées .....</i>	<i>103</i>
<i>L'appareil trachéen.....</i>	<i>105</i>
<i>Les stigmates .....</i>	<i>106</i>
b. Fonctionnement .....	107
<b>3. L'appareil respiratoire des Vertébrés Tétrapodes.....</b>	<b>112</b>
a. Les perfectionnements anatomiques.....	113
<i>Le poumon sacculaire des Reptiles.....</i>	<i>113</i>
<i>Le poumon parenchymateux des Reptiles et des Mammifères.....</i>	<i>114</i>
• Développement et organisation générale .....	114
• Les voies respiratoires .....	114
• Les alvéoles.....	116
<i>Le poumon tubulaire des Oiseaux .....</i>	<i>116</i>
• Le poumon proprement dit.....	116
• Les sacs aériens.....	117
b. Les mécanismes ventilatoires et les échanges gazeux.....	117
<i>Reptiles .....</i>	<i>117</i>
<i>Mammifères .....</i>	<i>117</i>
<i>Oiseaux .....</i>	<i>121</i>
<b>IV. LES PROBLÈMES RESPIRATOIRES LIÉS AU « RETOUR À L'EAU ».....</b>	<b>125</b>
<b>1. Utilisation de l'oxygène atmosphérique : respiration et plongée.....</b>	<b>125</b>
a. La plongée en apnée : l'exemple des Mammifères marins.....	126

TABLE DES MATIÈRES

<i>Anatomie de l'appareil respiratoire</i> .....	126
<i>Physiologie respiratoire de la plongée</i> .....	128
b. La modification des modalités d'approvisionnement :	
l'exemple des Arthropodes .....	130
<i>Les siphons respiratoires</i> .....	131
<i>Les réserves immergées</i> .....	131
2. Utilisation de l'oxygène dissous .....	133
• Persistance de l'appareil de la respiration aérienne :	
les trachéobranchies .....	133
• Reconversion de l'appareil de la respiration aérienne :	
les « poumons d'eau » .....	135
• Disparition de l'appareil de la respiration aérienne :	
la respiration branchiale et/ou cutanée .....	135
DEUXIÈME PARTIE – LA DISTRIBUTION DES NUTRIMENTS	
ET DES GAZ RESPIRATOIRES .....	137
1. L'ORGANISATION FONCTIONNELLE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE .....	139
1. Les systèmes non endigués et l'apparition d'une vascularisation .....	139
a. Acelomates et Pseudocelomates .....	139
b. Cœlomates .....	141
<i>Rôle du compartiment cœlomique</i> .....	141
<i>Les appareils vasculaires</i> .....	142
2. La complémentarité des compartiments cœlomique et vasculaire .....	143
a. Annélides (Polychètes et Oligochètes) .....	144
<i>Fonctions du compartiment cœlomique</i> .....	144
• Fonctions mécaniques .....	144
• Fonctions physiologiques .....	144
<i>Fonctions du compartiment circulatoire</i> .....	145
<i>Evolution anatomique et fonctionnelle de l'appareil circulatoire</i> .....	147
b. Sangsues (Annélides Hirudinées) .....	149
c. Céphalocordés .....	150
3. La prééminence du compartiment circulatoire : les systèmes ouverts .....	154
a. Aspects anatomiques et évolutifs .....	155
<i>Cas des espèces à respiration tégumentaire</i> .....	155
<i>Cas des espèces à respiration branchiale ou pulmonaire</i> .....	156
<i>Cas des espèces à respiration trachéenne</i> .....	159
b. Aspects fonctionnels .....	161
<i>Les déformations du corps et la locomotion</i> .....	162
<i>Le transport et la distribution de l'oxygène et des solutés</i> .....	163
<i>L'hémolymphe et l'intégrité de l'organisme</i> .....	165
• Hémorragies et hémostase .....	166
• Hémolymphe et défense de l'organisme .....	166
4. Les appareils circulatoires clos .....	166
a. Des Annélides aux Vertébrés : de nouvelles données anatomofonctionnelles .....	167
<i>Un degré supplémentaire dans la compartimentation de l'organisme</i> .....	167

<i>Les contraintes physiques et les conditions de la circulation sanguine :</i>	
<i>l'hémodynamisme</i> .....	168
• Effets de la viscosité.....	169
• Importance du diamètre des vaisseaux.....	169
<i>Les contraintes physiologiques : la sectorisation du réseau vasculaire</i> .....	170
b. Les composantes de l'appareil circulatoire des Vertébrés :	
aspects anatomiques et évolutifs.....	173
<i>L'appareil circulatoire embryonnaire</i> .....	173
<i>Cas des Vertébrés aquatiques à respiration branchiale</i> .....	174
<i>Cas des Vertébrés à respiration « mixte »</i> .....	176
<i>Cas des Vertébrés à respiration pulmonaire et à double circulation</i> .....	180
c. Le fonctionnement de l'appareil circulatoire des Vertébrés.....	182
<i>Le flux sanguin</i> .....	182
• La circulation artérielle.....	182
• Les échanges au niveau capillaire.....	184
• La circulation veineuse et le retour du sang au cœur.....	185
<i>L'activité cardiaque</i> .....	186
• Origine des contractions.....	186
• Caractéristiques comparées du cœur des Vertébrés : l'ajustement à la demande globale en oxygène.....	187
• L'ajustement à la demande locale.....	188
• L'ajustement de la circulation périphérique complète cette adaptation.....	189
<b>II. LES FONCTIONS DES LIQUIDES CIRCULANTS</b> .....	191
<b>1. Le transport des gaz respiratoires</b> .....	191
a. Les caractéristiques fonctionnelles des pigments respiratoires.....	191
<i>Transport de l'oxygène</i> .....	192
• Mécanisme de fixation.....	192
• Transport de l'oxygène et variations de l'affinité du pigment.....	193
<i>Transport du dioxyde de carbone</i> .....	196
• Formes de transport du CO <sub>2</sub> .....	196
• Les mécanismes de transport et d'échange.....	197
b. Transport des gaz respiratoires et milieu de vie.....	198
<i>La résistance aux conditions hypoxiques</i> .....	199
• La vie en altitude.....	199
• La vie embryonnaire et fœtale.....	199
• La vie amphibie.....	200
<i>La colonisation de milieux difficiles</i> .....	202
• La vie dans les milieux à salinité variable.....	203
• La vie dans les eaux riches en sulfures : le cas des sources hydrothermales océaniques.....	203
<b>2. Le transport des nutriments et des métabolites et les échanges entre compartiments</b> .....	204
a. Les formes de transport des nutriments et des métabolites.....	205
<i>Transport sous forme dissoute</i> .....	205
• Des ions.....	205
• Des nutriments.....	206

• Des sous-produits du métabolisme cellulaire .....	207
• Des macromolécules .....	207
<i>Transport sous forme combinée</i> .....	208
<i>Transport par des cellules circulantes</i> .....	210
b. Les échanges entre le compartiment vasculaire et les tissus .....	210
<i>L'accès au compartiment cellulaire</i> .....	210
• La diffusion simple .....	211
• La diffusion facilitée .....	211
• Le transport actif .....	212
• L'endocytose des macromolécules .....	212
<i>Participation de la paroi endothéliale</i> .....	213
• Le métabolisme des lipoprotéines .....	213
• La barrière hémato-encéphalique des Vertébrés .....	213
3. La régulation de l'équilibre acido-basique : le pouvoir tampon du sang .....	215
a. Les systèmes tampons de l'organisme .....	215
<i>Le système protéine-protéinate</i> .....	216
<i>Le système acide carbonique-bicarbonate</i> .....	216
<i>Le tampon phosphate</i> .....	216
b. L'équilibre acido-basique et sa régulation .....	217
<i>Rôle du tégument : la peau des Amphibiens</i> .....	217
<i>Rôle du rein</i> .....	217
• Élimination d'acides faibles .....	217
• Formation de sels d'ammonium : les systèmes tampons de l'urine .....	218
• Réabsorption des bicarbonates .....	219
<i>Rôle des échangeurs respiratoires</i> .....	219
• Cas des animaux à respiration aérienne .....	220
• Cas des animaux à respiration aquatique .....	220

### TROISIÈME PARTIE – LES RÉACTIONS DE L'ORGANISME AUX VARIATIONS DE SON MILIEU DE VIE .....

223

#### I. L'ÉCONOMIE HYDRIQUE ET L'OSMORÉGULATION .....

225

##### 1. Salinité et colonisation des milieux aquatiques .....

226

###### a. Osmo- et ionorégulation en milieu marin .....

226

*Régulation osmotique et régulation ionique* .....

227

*Les mécanismes régulateurs en milieu franchement marin* .....

229

*L'aggravation de la balance hydrique : la vie dans les eaux sursalées et dans la zone intertidale* .....

231

###### b. La régulation hyperosmotique et la conquête des eaux continentales .....

234

*De la vie en eau saumâtre à la vie en eau douce :*  
  *les étapes d'une colonisation* .....

234

*Les mécanismes de la régulation hyperosmotique* .....

238

    • La perméabilité tégumentaire .....

238

    • L'excrétion .....

239

    • Absorption active d'ions à partir du milieu extérieur .....

240

    • Cas des Téléostéens amphidromiques .....

241

<b>2. L'eau et la conquête des milieux continentaux</b> .....	242
a. Le bilan hydrique des animaux aériens.....	242
<i>Les pertes d'eau</i> .....	242
<i>L'approvisionnement en eau</i> .....	244
b. Structures et mécanismes assurant une économie d'eau .....	247
<i>Structures anatomiques</i> .....	247
• Imperméabilisation du tégument .....	247
• Protection des échangeurs respiratoires .....	253
<i>Mécanismes physiologiques</i> .....	256
<i>Réactions comportementales</i> .....	260
<b>II. L'ORGANISME ANIMAL FACE AUX CONTRAINTES</b>	
<b>THERMIQUES DU MILIEU</b> .....	265
<b>1. Action des températures extrêmes sur les organismes</b> .....	266
a. La tolérance aux températures élevées.....	267
b. La tolérance aux basses températures .....	269
<b>2. La réponse des ectothermes</b> .....	270
a. Lutte contre l'hyperthermie .....	271
b. Lutte contre les basses températures : le problème de la congélation.....	272
<i>Se soustraire au froid</i> .....	273
<i>Résister au froid en évitant la congélation</i> .....	274
<i>Résister au froid en maîtrisant la congélation</i> .....	275
c. L'acclimatation, une réponse aux variations thermiques saisonnières .....	277
<b>3. La réponse des endothermes</b> .....	280
a. L'équilibre thermique d'un homéotherme .....	280
<i>La production de chaleur</i> .....	280
<i>La perte de chaleur</i> .....	284
b. L'acquisition de la thermorégulation .....	285
<i>Cas des Insectes</i> .....	286
<i>Cas des Vertébrés aquatiques</i> .....	286
<i>Cas des Vertébrés Tétrapodes</i> .....	287
c. Les réactions de l'animal dans un environnement froid.....	290
<i>La vie active en hiver</i> .....	290
<i>L'hibernation</i> .....	295
d. Les réactions de l'animal dans un environnement chaud.....	297
BIBLIOGRAPHIE .....	301
MÉMENTO ZOOLOGIQUE.....	303
INDEX.....	321

L'ORGANISME DANS SON MILIEU TOME 2  
PRÉCIS DE ZOOLOGIE FONCTIONNELLE

# L'organisme en équilibre avec son milieu

La zoologie a connu, au cours des dernières décennies, un renouveau important dans ses approches et ses objectifs. Si l'étude systématique des animaux demeure un outil essentiel pour la compréhension des voies et des mécanismes de l'évolution, la zoologie s'est également orientée vers une étude plus intégrée de l'organisme animal : l'analyse des mécanismes qui permettent aux espèces d'assumer leurs fonctions essentielles dans le cadre des contraintes que leur impose leur milieu de vie utilise, dans une perspective comparative et évolutive, les outils des autres grandes disciplines biologiques (physiologie, biologie cellulaire et moléculaire, etc.).

Cet ouvrage, second tome d'un précis qui en comportera quatre, propose donc, comme le précédent, une "zoologie des fonctions", trait d'union entre l'étude de l'unité structurale du vivant, la cellule, et celle de la diversité des formes qui expriment cette unité, c'est-à-dire les organismes.

Il est consacré plus particulièrement aux fonctions qui assurent et régulent les flux de matière ou d'énergie entre l'animal et son milieu (échanges respiratoires, échanges ioniques, thermiques...) et participent à l'intégrité et à la stabilité du milieu intérieur.

Il est destiné aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles de biologie (agronomie, médecine vétérinaire...), aux étudiants des seconds cycles universitaires, aux candidats au CAPES ou à l'agrégation, aux professeurs de biologie de l'enseignement secondaire.

**Y. Turquier**



9 782704 006953

ISBN : 2-7040-0695-4