

Table des matières

Préface	1
Bruno DAVID	
Remerciements	5
Roseli PELLENS	
Chapitre 1. Les collections naturalistes : une ressource essentielle pour la science du XXI^e siècle	7
Roseli PELLENS	
1.1. Les collections dans la science du début du XXI ^e siècle	8
1.2. Nouvelles explorations grâce à la magnitude et la diversité des données des collections	9
1.3. Une recherche sur collections utilisatrice et motrice.	11
1.3.1. Pouvoir retourner à l'objet : l'une des contributions majeures des collections naturalistes	12
1.3.2. Les collections au cœur des recherches très innovantes grâce aux nouvelles technologies	13
1.3.3. Une ressource pour la recherche sur les changements globaux ..	14
1.3.4. Concevoir la science du futur sur les collections	15
1.4. Bibliographie.	17
Chapitre 2. Les collections d'histoire naturelle : un concept ancien dans une perspective actuelle et future	19
Philippe GRANDCOLAS	
2.1. Introduction.	20
2.2. Un tribut à la curiosité et le couplage avec les classifications	20

2.3. La structuration de nos pensées et de nos actions par un concept ancien	22
2.4. Les collections : plus que des catalogues d'espèces	24
2.5. Les collections comme Big Data dans l'espace et le temps.	25
2.6. Quel futur pour l'utilisation des collections ?	26
2.7. Conclusion	28
2.8. Bibliographie.	29

**Chapitre 3. Les gemmes bleues de Louis XIV :
des exceptionnelles redécouvertes au MNHN** 33
François FARGES

3.1. Introduction.	35
3.2. Une enquête scientifique sur la couleur	37
3.3. Le décodage numérique du génie créateur du lapidaire royal	37
3.4. Épilogue : vers une renaissance...	41
3.5. Bibliographie.	41

**Chapitre 4. Redécouvrir les momies humaines : données inédites
sur la momie *chachapoya* exposée au Musée de l'Homme** 43
Aline THOMAS, Arnaud ANSART, Christophe BOU, Jean-Bernard HUCHET,
Véronique LABORDE, Samuel MERIGEAUD et Éloïse QUETEL

4.1. Introduction.	44
4.1.1. La collection des momies humaines du Muséum	44
4.1.2. Origine, découverte, don et exposition : brève histoire de la momie	45
4.2. Matériel et méthodes	48
4.2.1. La momie MNHN-HA-30187 : position du corps, mensurations et aspect extérieur.	48
4.2.2. Protocole et technique d'imagerie médicale	50
4.2.3. Protocole de reproduction expérimentale de la trépanation	51
4.3. Résultats.	52
4.3.1. Identité biologique élémentaire.	52
4.3.2. État ostéo-dentaire	54
4.3.3. Organes internes.	54
4.3.4. Archéontomologie.	56
4.3.5. Trépanation crânienne : siège, dimension et mode opératoire	58
4.4. Discussion	59
4.4.1. Identité du défunt et état sanitaire	59
4.4.2. Traitements du cadavre et embaumement.	60

4.4.3. Chronologie des gestes mortuaires	61
4.5. Conclusion	63
4.6. Bibliographie	64

Chapitre 5. Reconstruire l'histoire des populations humaines : un défi pour l'anthropologie biologique

Martin FRIESS et Manon GALLAND

5.1. Introduction	69
5.1.1. Comment les restes humains sont devenus des objets scientifiques, aussi	69
5.1.2. La collection d'anthropologie biologique du MNHN	70
5.1.3. La morphologie crânienne comme indice de processus bio-culturels	71
5.2. Morphologie crânienne et histoire des peuplements	72
5.2.1. Un nouveau regard sur la diversité des Amérindiens	75
5.3. Morphologie crânienne et adaptation à l'environnement	77
5.3.1. Diversité crânienne au-delà du hasard	79
5.4. L'importance de la collection crânienne pour l'avancement de la recherche en anthropologie biologique	81
5.5. Bibliographie	82

Chapitre 6. La découverte de nouvelles espèces végétales hyperaccumulatrices de métaux dans les herbiers

Vanessa R. INVERNÓN, Romane TISSERAND, Pierre JOUANNAIS,
Dulce M. NAVARRETE GUTIÉRREZ, Serge MULLER, Yohan PILLON,
Guillaume ECHEVARRIA et Sylvain MERLOT

6.1. Les plantes hyperaccumulatrices de métaux	86
6.2. Le crible de collections d'herbiers : de l'absorption atomique à la fluorescence X	89
6.3. La découverte de nouvelles plantes hyperaccumulatrices de métaux à l'Herbier du MNHN	91
6.3.1. L'intérêt de l'Herbier du MNHN pour la recherche de plantes hyperaccumulatrices de métaux	91
6.3.2. De l'herbier au terrain : de nouveaux hyperaccumulateurs de nickel dans le genre <i>Orthion</i>	93
6.3.3. <i>Rinorea multivenosa</i> , première espèce hyperaccumulatrice de zinc découverte dans le bassin amazonien	94
6.3.4. Un grand nombre d'espèces hyperaccumulatrices de manganèse à découvrir	96

6.4. Conclusion	97
6.5. Remerciements	98
6.6. Bibliographie	98

**Chapitre 7. Les crustacés fossiles à la lumière
des nouvelles technologies 101**
Sylvain CHARBONNIER et Marie-Béatrice FOREL

7.1. Introduction	102
7.2. Les crustacés fossiles	102
7.3. Le rayonnement des crustacés fossiles	104
7.3.1. Révéler des caractères grâce à la lumière UV (flourescence jaune)	104
7.3.2. Révéler des caractères grâce à la lumière verte (flourescence vert-orange)	105
7.3.3. Radiographie aux rayons X	106
7.4. Préservation exceptionnelle de crustacés fossiles	108
7.5. Ostracodes et paléogéographie à la fin de l'ère Primaire	111
7.6. Bibliographie	111

**Chapitre 8. La collection « cyanobactéries et microalgues »
à l'heure des « -omics » 115**
Sébastien DUPERRON, Charlotte DUVAL, Sahima HAMLAOUI, Katia COMTE,
Claude YÉPRÉMIAN et Cécile BERNARD

8.1. Introduction	115
8.2. Une collection vivante adossée à la recherche	116
8.3. Les nouvelles utilisations de la collection dans la recherche fondamentale	119
8.3.1. Identification polyphasique et taxonomie des cyanobactéries et microalgues	120
8.3.2. Contribution aux sciences de l'évolution	120
8.3.3. Apport à l'étude des interactions entre organismes	121
8.4. La valorisation des ressources biologiques par la recherche de molécules bioactives innovantes	122
8.5. L'expertise en diagnostic environnemental	124
8.6. La collection vivante de cyanobactéries et microalgues aujourd'hui et demain	124
8.7. Bibliographie	126

Chapitre 9. La collection de tissus et cellules cryo-conservés de vertébrés : méthodes et application	129
Michèle GERBAULT-SEUREAU et Bernard DUTRILLAUX	
9.1. Introduction	130
9.2. Histoire de la collection	130
9.3. Peut-on cryo-conserver tous les êtres vivants ?	131
9.3.1. Prélèvement, culture et congélation	132
9.4. Applications actuelles	134
9.5. Composition actuelle de la banque	137
9.6. Perspectives	139
9.7. Bibliographie	141
Chapitre 10. Les herbiers, derniers recours pour les espèces végétales disparues	143
Serge MULLER, Valérie PRIOLET, Éric BADEL et Stéphane BUORD	
10.1. Contexte et objectifs	144
10.2. Démarche et protocole proposés	145
10.3. Premiers résultats obtenus	146
10.3.1. Sélection des espèces cibles et identification des espèces affines	146
10.3.2. Évaluation de la viabilité des graines disponibles	149
10.3.3. Expérimentations de culture sur les espèces affines des espèces cibles	153
10.4. Discussion et conclusion	156
10.5. Remerciements	157
10.6. Bibliographie	158
Chapitre 11. Les carottes océaniques, archives du climat	161
Éva MORENO et Annachiara BARTOLINI	
11.1. Introduction	162
11.2. La collection océanique du MNHN	162
11.3. Évolution des techniques de carottage	163
11.4. Les carottes océaniques : archives de la variabilité climatique passée	165
11.5. <i>Proxies</i> climatiques	166
11.5.1. <i>Proxies</i> de température	167
11.5.2. <i>Proxies</i> de salinité	171
11.5.3. <i>Proxies</i> de paléo-pH et concentration de l'ion carbonate	172
11.6. Techniques analytiques	173

11.7. Conclusion	174
11.8. Bibliographie	175

Chapitre 12. Préciser la courbe de calibration radiocarbone pour l'Égypte ancienne : le pari des herbiers 179

Anita QUILLES, Vanessa R. INVERNÓN, Lucile BECK,
Emmanuelle DELQUE-KOLIC, Myriam GAUDEUL,
Serge MULLER et Germinal ROUHAN

12.1. Introduction	180
12.2. Datation par le carbone 14 (¹⁴ C) et chronologie égyptienne	180
12.2.1. L'enjeu de la calibration	180
12.2.2. Chronologie de l'Égypte ancienne : apport du ¹⁴ C et débats historiques	183
12.3. Spécificités du paysage égyptien et objectif du projet	184
12.4. La flore de l'Égypte dans l'Herbier du MNHN	186
12.5. Les défis analytiques et statistiques	188
12.5.1. Sélection des spécimens d'herbier	188
12.5.2. Résultats préliminaires de datations ¹⁴ C	189
12.6. Conclusion	192
12.7. Bibliographie	193

Chapitre 13. Les herbiers, une fenêtre ouverte sur l'histoire évolutive des agents pathogènes des cultures 197

Lionel GAGNEVIN, Adrien RIEUX, Jean-Michel LETT, Philippe ROUMAGNAC,
Boris SZUREK, Paola CAMPOS, Claudia BAIDER, Myriam GAUDEUL
et Nathalie BECKER

13.1. Épidémies, émergences et re-émergences	198
13.2. Développement de l'agriculture, domestication des plantes cultivées et de leurs maladies	199
13.3. La biologie moléculaire et la génomique comme un outil d'étude des micro-organismes phytopathogènes	201
13.4. Apports des échantillons d'herbier	201
13.4.1. Des preuves directes	203
13.4.2. Des analyses moléculaires	203
13.5. Comment explorer un herbier	205
13.6. Caractéristiques des acides nucléiques anciens et leur traitement	207
13.6.1. Le cas particulier des acides nucléiques viraux	208
13.7. <i>Xanthomonas citri</i> pv. <i>citri</i> et son émergence dans l'océan Indien	210
13.8. Émergence et histoire évolutive des virus phytopathogènes : le modèle des géminivirus	211

13.8.1. Cas d'un complexe d'espèces responsable d'une maladie émergente	212
13.8.2. Cas d'un géminivirus cryptique	213
13.9. Discussion	214
13.10. Remerciements et financements	215
13.11. Bibliographie	215

Chapitre 14. Le frelon asiatique : prédire les risques d'invasion et comprendre ses variations de coloration. 221

Claire VILLEMANT, Quentin ROME et Adrien PERRARD

14.1. Introduction	222
14.2. <i>Vespa velutina</i> : quelques éléments de taxonomie et biologie	224
14.2.1. Une espèce : 13 formes colorées	224
14.2.2. Un nid par an	225
14.2.3. Insectivore, mais pas exclusivement	225
14.3. Échantillonnage des spécimens	225
14.4. L'origine des lignées invasives de <i>V. velutina</i> en France et en Corée	227
14.4.1. L'histoire de l'invasion expliquée par la génétique	227
14.4.2. Une seule reine à l'origine de la lignée invasive en France.	227
14.5. Risques d'expansion en Europe et dans le monde	228
14.5.1. Données et méthodes pour inférer l'aire de répartition et prédire les risques d'invasion	228
14.5.2. Une forte expansion en Europe et dans l'hémisphère nord	229
14.6. Origine des variations de couleur et de forme	230
14.6.1. L'importance des spécimens de collection	231
14.6.2. Discordance entre lignées génétiques et formes colorées	232
14.7. Conclusion	234
14.8. Bibliographie	234

Chapitre 15. Explorer les changements temporels dans la composition des communautés de macroalgues à partir des collections. 237

Marine ROBUCHON, Éric FEUNTEUN, Romain JULLIARD,

Florence ROUSSEAU et Line LE GALL

15.1. Sur la constitution des collections de macroalgues	238
15.1.1. Les grandes algues marines	238
15.1.2. Herbiers d'algues ou alguiers	238
15.1.3. Données associées aux herbiers	239
15.1.4. Spécimens et preuves scientifiques	239
15.1.5. L'Herbier du laboratoire maritime de Dinard	241

15.2. Explorer les changements temporels dans la distribution des espèces	241
15.2.1. Perspectives pour explorer les changements temporels dans la distribution des espèces	245
15.3. Explorer les changements temporels dans la composition des communautés	247
15.3.1. Exemple de l'étude de l'Herbier de Dinard	247
15.3.2. Perspectives pour explorer les changements temporels dans la composition des communautés	248
15.4. Conclusion : stratégies d'échantillonnage et d'analyse pour le futur . .	249
15.5. Bibliographie	250

Chapitre 16. Les herbiers, témoins des enjeux de conservation de la biodiversité et des impacts des changements globaux 253

Serge MULLER, Vanessa R. INVERNÓN et Germinal ROUHAN

16.1. Introduction	254
16.2. Évaluation des richesses floristiques et des enjeux de conservation de territoires	256
16.3. Études des voies d'introduction et de colonisation de plantes exotiques envahissantes et d'agents pathogènes	259
16.4. Analyse de l'impact des pollutions et des modifications de la qualité de l'air	261
16.5. Étude des modifications phénologiques de la flore consécutives aux changements climatiques	262
16.6. Conclusion	263
16.7. Bibliographie	264

Chapitre 17. La photographie numérique *in natura* en zoologie : plus de biologie dans les collections d'histoire naturelle ? 271

Romain GARROUSTE

17.1. Des images et des collections... pour la biologie comparative	272
17.2. Accélérer le processus de l'inventaire incomplet du vivant	274
17.3. Pourquoi plus de biologie dans les collections d'histoire naturelle ? . .	277
17.4. Les images en sciences naturelles : une collection comme les autres ?	280
17.5. Les hémiptères de France : une iconographie exemplaire	282
17.6. Les bases de données de traits, l'automatisation des requêtes et la bio-inspiration	282
17.7. Conclusion : un nouveau challenge pour l'histoire naturelle	284
17.8. Bibliographie	285

Chapitre 18. Utilisation des grands jeux de données naturalistes pour répondre aux enjeux scientifiques et sociétaux actuels 289

Anne-Christine MONNET, Thomas HAEVERMANS,

Anne-Sophie ARCHAMBEAU, Philippe GRANDCOLAS et Roseli PELLENIS

18.1. Introduction	289
18.2. Mettre à disposition les données : une révolution.	290
18.3. Les défis pour les fournisseurs de données	293
18.3.1. La lecture des étiquettes ou répertoires	293
18.3.2. Structure des informations liées aux spécimens	294
18.3.3. Le cadre taxonomique : une information mouvante	295
18.3.4. L'importance du traçage de l'origine des données.	296
18.4. Le rôle des portails d'accès.	297
18.4.1. Les standards de mise à disposition	297
18.5. L'importance du design des analyses scientifiques pour s'appropriier les spécificités des données issues des collections.	299
18.5.1. Connaître les biais propres aux données des collections : avantages et opportunités pour les analyses scientifiques	299
18.5.2. Vers une bonne adéquation entre la question et les données disponibles.	300
18.5.3. Jouer l'atout des échelles spatiales multiples	301
18.6. Le passage des données brutes à des données triées utilisables pour les analyses scientifiques	302
18.6.1. De l' <i>open data</i> à l' <i>open science</i> , une responsabilité sur la traçabilité des données et des opérations réalisées.	304
18.6.2. Vers une nécessaire réorganisation du travail collaboratif	305
18.7. Conclusion	307
18.8. Bibliographie	308

Chapitre 19. Faut-il des collections bioculturelles ? État des lieux et perspectives 311

Serge BAHUCHET

19.1. Introduction	311
19.2. Origine de ces collections.	312
19.2.1. Ethnobotanique	312
19.2.2. Ethnologie	313
19.3. Principes de collecte et fonction des collections	313
19.3.1. Le rôle des objets dans l'ethnologie « maussienne »	313
19.3.2. Les collections ethnobotaniques	315
19.3.3. Les collections bioculturelles	317
19.4. Principes d'articulation des ensembles	319
19.5. Description des collections.	325

19.5.1. Spécimens ethnobiologiques.	325
19.5.2. Objets, artefacts	328
19.6. Quelle évolution ?	331
19.7. Bibliographie	333

Chapitre 20. Pourquoi conserver ? 337

Véronique ROUCHON

20.1. Les collections du Muséum : entre étude et patrimoine	338
20.2. Un équilibre brisé	339
20.3. Préparation et conservation.	342
20.4. Les grands principes de la conservation	345
20.5. Les grands principes de conservation mis à mal	347
20.6. Des valeurs multiples	348
20.7. La valeur scientifique des collections.	351
20.8. Conclusion	356
20.9. Bibliographie	356

**Chapitre 21. Les collections pour la recherche scientifique
du XXI^e siècle et au-delà 359**

Roseli PELLENS

21.1. Les collections dans la quête de connaissance.	359
21.2. Trois grandes sortes de nouvelles utilisations des collections	360
21.2.1. L’enrichissement des sciences du vivant, de l’Homme et de l’Univers avec les nouvelles technologies	360
21.2.2. Un réservoir d’informations sur l’environnement	360
21.2.3. L’ère des données numériques	361
21.3. Les leçons de ces nouvelles utilisations	362
21.3.1. L’importance de la richesse et de la diversité.	363
21.3.2. L’information au cœur des nouvelles recherches.	363
21.3.3. Bonne conservation et bonnes pratiques.	365
21.3.4. De l’importance des ensembles	366
21.4. Les collections dans la science du XXI ^e siècle et au-delà	367
21.5. Conclusion	368
21.6. Bibliographie	369

Liste des auteurs. 373

Index 379