



**Centre Scientifique de Monaco**  
**1960 - 2010**  
50 ans de recherche

**Centre Scientifique de Monaco**

**1960 - 2010**

50 ans de recherche





*Palais de Monaco*

Voici cinquante ans, mon Père, le Prince Rainier III, créait le Centre Scientifique de Monaco. Je suis particulièrement heureux aujourd'hui de préfacier l'ouvrage qui trace le bilan de ce demi-siècle : à la lecture de ces pages, on constate combien le souhait de mon Père a été exaucé et à quel point le chemin parcouru s'est révélé riche de résultats dans le droit fil de l'élan impulsé par mon trisaïeul, le Prince Albert 1<sup>er</sup>.

Précurseurs dans les domaines de la radioactivité appliquée, de l'étude des pollutions marines et, depuis 1990, de l'étude multidisciplinaire des écosystèmes coralliens dont les résultats sont désormais internationalement reconnus, les travaux du Centre Scientifique ont été conduits avec le soutien affirmé des Princes et du Gouvernement Princier.

La Science est souvent ignorée du grand public. Pourtant, le chemin du progrès et de la préservation de notre planète, soumise aux modifications induites par l'activité humaine, passe par l'accroissement de la connaissance du monde qui nous entoure. La recherche scientifique est à cet égard indispensable et cet ouvrage permet de mieux en rendre compte.

J'entends pour ma part donner un nouvel élan au Centre Scientifique. J'ai souhaité qu'en complément de ses activités de recherche dans le domaine de l'environnement marin, il développe des programmes de recherches biomédicales. Il exercera également ses activités dans le domaine de l'économie environnementale et de la biologie polaire.

L'observation des phénomènes terrestres permet de conduire une recherche scientifique multidisciplinaire. Elle permet de fédérer les talents et consolide une réalité forte et singulière : celle d'une Principauté de Monaco tournée vers l'excellence et l'avenir.

# Introduction

par

Patrick RAMPAL

Président du Conseil d'Administration du Centre Scientifique de Monaco



## La recherche change la vie

Le cinquantième anniversaire de la création du Centre Scientifique de Monaco (C.S.M.) est une belle occasion de se retourner sur le passé et de se projeter dans l'avenir.

Le Centre Scientifique est l'héritier d'une fantastique aventure née à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec l'œuvre de Sciences et de Lumière du Prince Albert I<sup>er</sup>. Par ses campagnes océanographiques, ce Prince visionnaire a fortement contribué à fonder la biologie marine moderne mais aucun domaine scientifique ne devait rester inexploré par cet « Esprit Universel » qui s'est intéressé à tous les aspects de la science depuis les origines de la vie jusqu'aux grandes avancées scientifiques et techniques, si nombreuses au début du XX<sup>e</sup> siècle.

Le Prince Albert I<sup>er</sup> a ainsi donné une formidable dimension scientifique à la Principauté qui lui confère une renommée internationale bien au-delà des limites de son territoire.

Le Prince Rainier III a, en 1960, créé le Centre Scientifique de Monaco, véritable centre de recherche d'ambition internationale. Lors de sa création, les chercheurs du C.S.M. ont affiché une volonté de recherche multidisciplinaire de qualité. Au cours des premières années, les équipes de recherche se sont illustrées dans des domaines variés : radioactivité appliquée, sismologie, météorologie, neurobiologie, microbiologie, étude des pollutions marines... Bien souvent, dans ces domaines, le C.S.M. innovera et ouvrira des directions scientifiques qui, de nos jours, paraissent d'importance majeure.

Plus tard, le C.S.M. recentrera ses activités sur la recherche en biologie marine avec le succès que l'on connaît, jusqu'à atteindre, sous la direction scientifique du professeur Denis Allemand, grâce au recrutement de chercheurs de haut niveau, une reconnaissance internationale dans le domaine de la biologie des coraux qui fait de la Principauté un centre unanimement reconnu pour la qualité des travaux conduits dans ce domaine.

Cette aventure a pris un nouvel essor avec l'avènement du Prince Albert II, qui a souhaité que le Centre Scientifique étende son champ de compétences et devienne la véritable Agence de la Recherche Scientifique de la Principauté en favorisant le développement d'autres activités de recherche en complément de la biologie marine.

Le C.S.M. a ainsi ouvert des champs de recherche sur l'impact économique de l'acidification des océans ainsi que sur les effets du réchauffement sur la biodiversité en milieu polaire.

Le C.S.M. pilote aussi, depuis peu, une activité de recherche biomédicale. Ce soutien à la recherche médicale est, bien sûr, indissociable du projet de reconstruction du Centre Hospitalier Princesse Grace, car il est reconnu qu'il n'y a pas de soins innovants et modernes sans participation active des médecins à la recherche ; la prise en charge des maladies les plus graves et l'application des thérapeutiques nouvelles n'est optimale que là où enseignement et recherche sont étroitement associés aux soins.

Nous devons nous réjouir des efforts consentis par la Principauté et ses Souverains qui ont réussi à progressivement transformer le C.S.M. en un ambitieux pôle de recherche multidisciplinaire.

Désormais, cet organisme va atteindre une masse critique significative, qui lui permettra d'asseoir la reconnaissance internationale de la recherche scientifique en Principauté.

# Introduction

par

Dominique DOUMENC

Président du Comité de Perfectionnement du Centre Scientifique de Monaco



Lorsqu'il y a sept ans, il m'a été proposé de présider le Comité de Perfectionnement du Centre Scientifique de Monaco (C.S.M.), je n'avais pas idée du plaisir que cette responsabilité m'apporterait.

Créé en 1960 par une Ordonnance-Loi de S.A.S. le Prince Rainier III, le C.S.M. voit ses statuts modifiés par la loi n°780 du 9 juin 1965 qui lui adjoint un Comité Scientifique, appelé Comité de Perfectionnement « chargé d'orienter les recherches et travaux ». Ce comité, composé aujourd'hui d'experts mondialement reconnus dans leur discipline, ayant ou ayant eu des responsabilités dans des grands organismes scientifiques internationaux, se réunit généralement une fois par an, afin d'évaluer les activités du C.S.M. et de formuler des recommandations sur la politique de recherche proposée par le directeur scientifique.

Le C.S.M. est devenu de 1960 à 2008 un organisme scientifique internationalement reconnu en sciences biologiques et environnementales, son activité s'exerçant essentiellement dans le domaine de la biodiversité et de la biologie des organismes, plus particulièrement depuis 1990 dans celui de la biominéralisation et de la symbiose. Ses compétences lui ont permis d'aborder plus généralement l'étude des écosystèmes coralliens tropicaux et tempérés et l'impact des perturbations environnementales. Il faut savoir que les récifs forment l'un des plus importants ensembles vivants de la planète et qu'actuellement plus du tiers de la biodiversité marine est répartie dans l'écosystème corallien, soit près de 100 000 espèces répertoriées. Le C.S.M. a acquis une position internationale indiscutable par la qualité de ses travaux scientifiques et leur pertinence dans le domaine de la biologie du corail et de son rôle dans les écosystèmes marins.

Toute cette activité s'est réalisée en collaboration étroite avec le Musée océanographique de Monaco (M.O.M.). Cette collaboration, instaurée dès l'hébergement des laboratoires du C.S.M. dans les locaux

du M.O.M. en 1960, a été formellement officialisée en date du 16 octobre 2000 par la signature d'une convention cadre fondée sur les bénéfices communs dans le domaine de l'océanographie et de la biologie marine. La future installation du C.S.M. dans de nouveaux locaux, hors des murs du M.O.M., mais proche du Laboratoire de l'Environnement Marin de l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique (A.I.E.A.), sera un atout supplémentaire pour l'efficacité scientifique de l'ensemble.

Les positions claires prises par la politique monégasque en matière de protection et de mise en valeur de l'Océan, et plus particulièrement de la mer Méditerranée, trouvent avec le C.S.M., un outil incomparable et très précieux pour assurer cette action.

L'évolution récente 2009-2010 de son programme scientifique voulue par S.A.S. le Prince Albert II ouvre un champ nouveau et ambitieux pour la recherche en Principauté. Elle est l'expression notable des ponts créés entre le développement de la recherche en biologie marine et le domaine biomédical.

Conformément à la tradition maritime et scientifique instaurée par les Princes Souverains, le C.S.M. perpétue ainsi le développement des connaissances scientifiques, ainsi que celles qui concernent l'environnement naturel de la Principauté et son activité industrielle. Il assure ainsi l'expertise auprès des autorités monégasques et des organisations internationales en apportant notamment sa contribution à des groupes de travail d'organismes intergouvernementaux comme l'accord RAMOGE ou la Commission Océanographique Internationale de l'UNESCO (C.O.I.).

C'est donc avec un grand intérêt et un grand plaisir qu'avec le Comité de Perfectionnement du C.S.M., j'ai constaté l'excellence de la recherche effectuée comme la qualité des publications internationales qui en sont issues. Grâce à leur dynamisme, leurs moyens de culture des coraux en conditions contrôlées et à leur équipement de recherche, les équipes du C.S.M. ont réussi à se hisser à un niveau scientifique remarquable, maturité scientifique participant au rayonnement de la Principauté. En effet ses chercheurs ont su développer une recherche d'excellence dans un créneau étroit qui s'avère être aujourd'hui au cœur des problématiques environnementales et biomédicales.

Comme l'écrivait François Jacob, Prix Nobel de Physiologie : *« La recherche est un processus sans fin dont on ne peut jamais dire comment il évoluera. L'imprévisible est dans la nature même de l'entreprise scientifique. Si ce que l'on va trouver est vraiment nouveau, alors c'est par définition quelque chose d'inconnu à l'avance »*. Cette réflexion s'applique parfaitement aux travaux réalisés au C.S.M.

Né d'une volonté politique Princièrè, issu d'une longue et fructueuse histoire, aujourd'hui le C.S.M. est un outil scientifique lisible majeur au service de la Principauté de Monaco.



1. *Cabinet de curiosité*, par Domenico Remps (1620-1699), Florence, Museo dell'Opificio delle Pietre Dure. Archives Alinari, Florence, dist. RMN / Georges Tatge.

# Les pionniers des sciences à Monaco

par

Jacqueline CARPINE-LANCRE et Thomas FOUILLERON

Chargés de recherche - Palais Princier

La figure de proue qu'est pour la communauté scientifique de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup> siècle, à Monaco et dans le monde, Albert I<sup>er</sup> (1848-1922), pourrait occulter ses devanciers, et laisser penser que le goût et la pratique des sciences ont débuté en Principauté avec les recherches océanographiques et paléontologiques du « Prince savant ». En fait, dès l'époque moderne, les Princes de Monaco sont des curieux de science, puis des amateurs et enfin des promoteurs.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, la mode est aux cabinets de curiosités (FIG. 1). Les princes et les grands aristocrates rassemblent des *mirabilia* dont la rareté leur assure notoriété et prestige. Parmi ces curiosités figurent des pièces scientifiques : objets d'histoire naturelle, instruments d'observation et d'analyse. Les Grimaldi rassemblent des pièces suffisamment remarquables pour que les voyageurs qui passent par le Rocher les mentionnent dans leur récit. Par exemple, le baron d'Aubonne, en route pour l'Orient en 1664, signale « deux morceaux de cristal plus gros chacun que les deux poings ». Le dramaturge Michel Guyot de Merville (1676-1755), qui visite le Palais en 1717, voit la bibliothèque « garnie [...] de plusieurs instruments de géométrie ». Collectionneur d'art averti, le Prince Jacques I<sup>er</sup> (1689-1751) (FIG. 2) s'intéresse aussi aux sciences. En 1745, il acquiert des objets de mécanique et de physique à la vente de la collection du savant Joseph Bonnier de la Mosson (1702-1744), trésorier des États du Languedoc. Cette curiosité multiforme ou polymathique, fille de la Renaissance, révèle bien la volonté de concrétiser l'idéal princier, qui veut que le souverain soit mécène, aussi bien des arts que des sciences.



2. Jacques-François-Léonor de Goyon-Matignon, duc de Valentinois, Prince de Monaco sous le nom de Jacques I<sup>er</sup> (1731-1733), huile sur toile par Nicolas de Largillière, 1718. Cl. Archives du Palais princier, Monaco.

Ainsi, dès le moment où la dynastie des Grimaldi se monarchise en adoptant le titre de prince au début du XVII<sup>e</sup> siècle, et où émergent, au sein des cours, les premières grandes politiques scientifiques étatiques, la science, comme bonne pratique culturelle et comme instrument de légitimation et d'intégration dans la société des souverains européens, est mise au service de la politique de reconnaissance de la Principauté. Les Princes de Monaco patronnent les savants qui se placent sous leur protection. Ainsi, en 1651, Giovanni Battista Riccioli (1598-1671) dédie son ouvrage *Almagestum Novum*, compendium du savoir astronomique du début du XVII<sup>e</sup> siècle, au Prince Honoré II (1597-1662) (FIG. 3). Si ce jésuite bolognais s'inscrit dans la réfutation convenue des théories coperniciennes, il loue leur valeur comme simple hypothèse et manifeste de la sympathie et de l'admiration pour leur auteur. Par la dédicace, le souverain monégasque voit louée son inclination particulière pour un domaine d'étude. En 1786, au milieu des dédicataires des opuscules du prolifique Rey de Planazu, membre de la Société physique et économique de Zurich, et parmi des illustres comme le roi Louis XVI, apparaît le futur Prince Honoré IV (1758-1819).



3. Honoré II prend le titre de Prince de Monaco en 1612, huile sur toile, par Philippe de Champaigne, 1651. Cf. Archives du Palais princier, Monaco.

Au siècle des Lumières, les Princes de Monaco sont des souverains éclairés, formés aux disciplines de leur temps. Ils reçoivent une éducation scientifique. Le futur prince Honoré V (1778-1841) bénéficie même des cours du jeune Georges Cuvier (1769-1832), anatomiste et paléontologue, lorsque celui-ci est précepteur, pendant la Révolution, en Normandie (FIG. 4). En 1719, le Prince Antoine I<sup>er</sup> (1661-1731), également amateur de musique, abrite, dans sa résidence mentonnaise du palais de Carnolès, les observations astronomiques du jésuite Antoine Laval (1664-1728) (FIG. 5). Le Prince Honoré III (1720-1795) s'intéresse aux recherches de Mesmer (1734-1815) sur le magnétisme animal. Il assiste à Paris à des expériences publiques de physique, alors très en vogue. Nombreux sont les livres scientifiques achetés par les Princes. Dans la « bibliothèque des dames », « véritable encyclopédie féminine, comprenant toutes les branches des connaissances humaines, mises à la portée des femmes du monde », imaginée par la Princesse Marie-Catherine (1739-1813), épouse du Prince Honoré III, trente-huit pour cent des volumes appartiennent à la catégorie des « sciences et arts ».

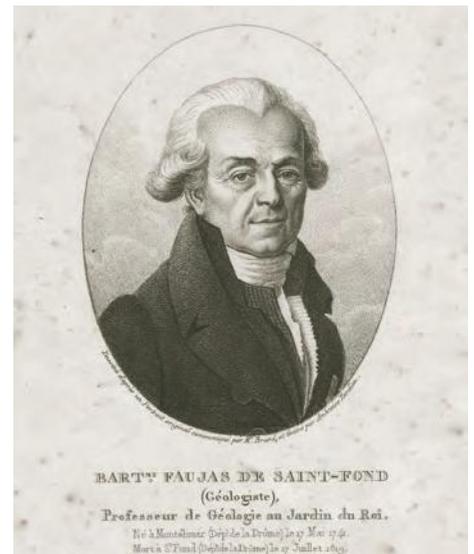


4. Georges Cuvier. Portrait gravé. Coll. Bibl. Louis-Notari (fonds régional), Monaco.



5. La famille du Prince Antoine I<sup>er</sup>, huile sur toile, copie d'après Jean-Baptiste Van Loo, 1712. Cl. Archives du Palais princier, Monaco.

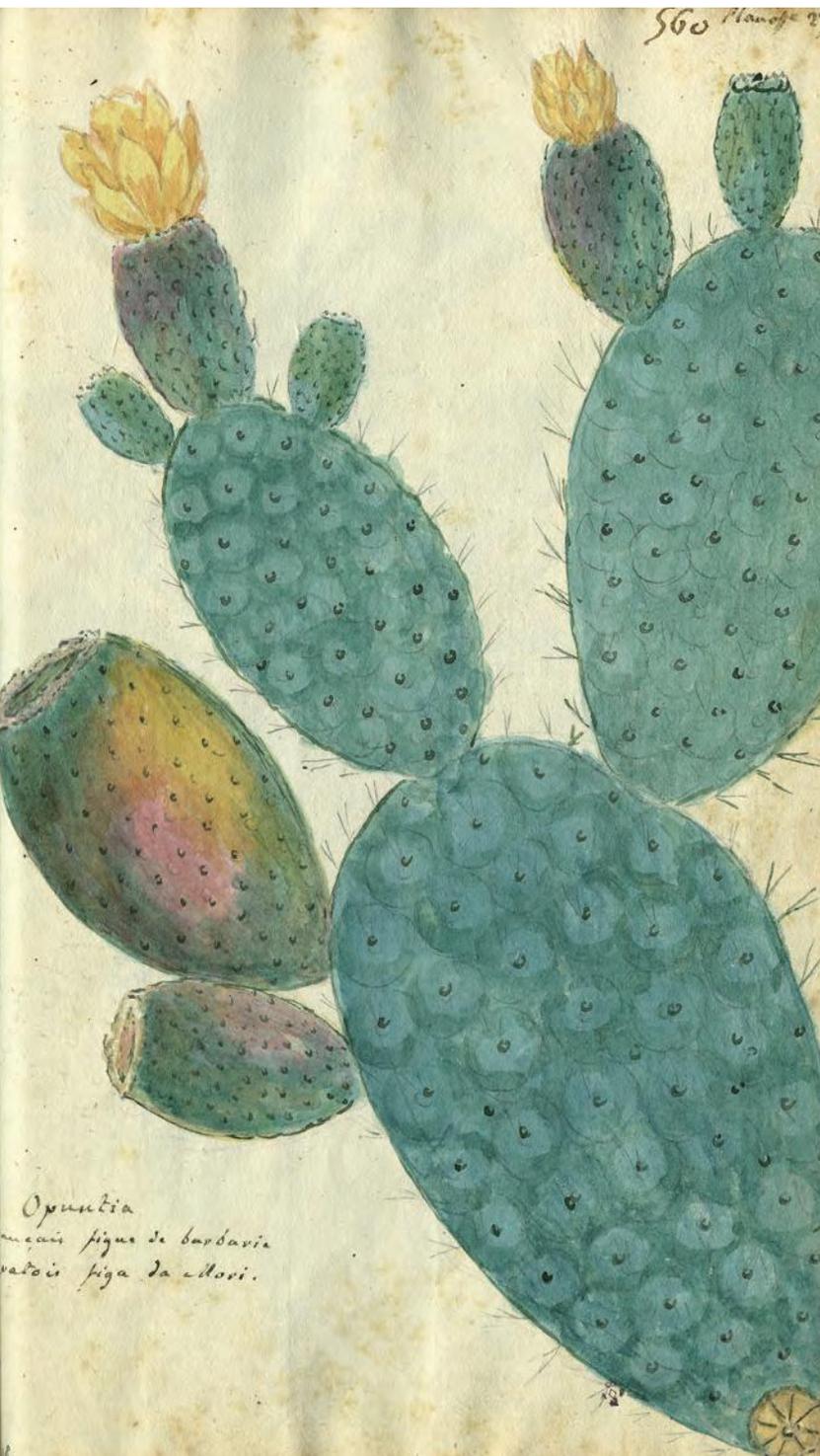
6. Barthélemy Faujas de Saint-Fond. Portrait gravé.  
Coll. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.



À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, à l'époque où le despotisme éclairé est pratiqué par nombre de souverains d'Europe, la curiosité scientifique se veut utile au développement économique. Honoré III fait appel au géologue Barthélemy Faujas de Saint-Fond (1741-1819) (FIG. 6) pour évaluer le filon charbonneux de La Rossignola, à Roquebrune, sur lequel il fonde beaucoup d'espoir pour diversifier les ressources de la Principauté (FIG. 7). Très attentif aux progrès agronomiques, il favorise la plantation de mûriers. En Normandie, le Prince Honoré III se passionne pour l'élevage des chevaux et l'amélioration de la race locale en faisant venir de façon précoce, dès la fin de la Guerre de Sept ans (1763), des animaux anglais. Il sacrifie, bien sûr, à l'anglomanie qui s'est emparée de l'esprit d'une partie de la noblesse française, mais son investissement témoigne aussi de son souci d'améliorer les techniques d'élevage et de culture. En 1790, il fait venir d'outre-Manche un agronome pour pratiquer l'agriculture à l'anglaise dans ses domaines.

7. Le chemin de la Rossignola, entre Mont Gros et Mont Agel, commune de Roquebrune-Cap-Martin. Cl. Thomas Fouilleron.

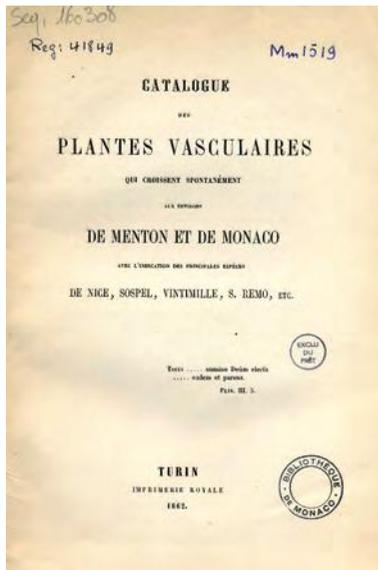




9. Le figuier de barbarie, planche tirée de l'« Abrégé d'histoire naturelle de la P<sup>me</sup> de Monaco » par Louis de Sigaldi (1755-1826), dans *Recherches sur Monaco*, manuscrit, Archives du Palais Princier, Monaco.

Dans le sillage des souverains, des Monégasques s'intéressent aux sciences, en particulier naturelles. Jean-Joseph Lanciare (1710-1788), curé de Monaco de 1747 à sa mort, s'adonne à la botanique et crée sur le Rocher un premier jardin exotique, dans lequel il essaie d'acclimater des plantes rares (FIG. 8). Louis de Sigaldi (1755-1826), militaire en retraite, recense, pour un ouvrage resté manuscrit, *Recherches sur Monaco*, la faune et la flore de la Principauté (FIG. 9 & 10). Honoré Ardoino (1819-1874) publie en 1862 un *Catalogue des plantes vasculaires de Menton et de Monaco* (FIG. 11). Le jardinier-chef des jardins Saint-Martin, Augustin Gastaud (1866-1954), publie en 1905, la *Collection des plantes grasses des jardins Saint-Martin à Monaco* (FIG. 12) et, en 1921, la *Collection des plantes grasses du jardin botanique de Monaco*. L'intérêt manifesté par le Prince Albert I<sup>er</sup> pour l'acclimatation de ces végétaux, aboutit à la création du Jardin exotique à son emplacement actuel, grâce à l'acquisition du terrain dit de l'Observatoire, en 1910. En 1930, les jardins sont affectés à la Commune et, en 1933, l'actuel Jardin exotique est inauguré par le Prince Louis II. Après la Seconde Guerre mondiale, les Monégasques commencent à se tourner vers les études supérieures scientifiques : le premier docteur en biologie soutient sa thèse en 1948, le premier docteur en géologie en 1969.

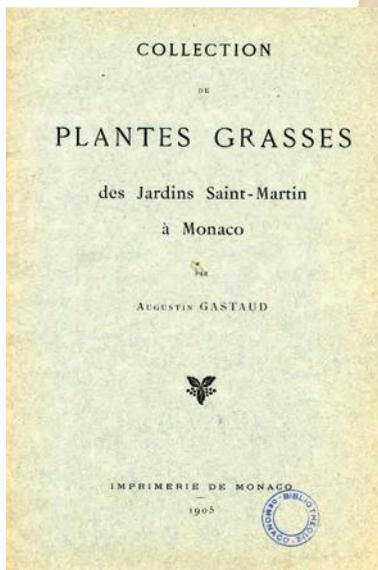
8. Signature de Jean-Joseph Lanciare, curé de Monaco de 1747 à 1788. Registres paroissiaux, Mairie de Monaco, service de l'État civil.



10. Le serpent ratier, le petit lézard, le grand lézard et la tarentule, planche tirée de l'« Abrégé d'histoire naturelle de la P<sup>ie</sup> de Monaco » par Louis de Sigaldi (1755-1826), dans *Recherches sur Monaco*, manuscrit, Archives du Palais Princier, Monaco.



11. Page de titre de l'ouvrage d'Honoré Ardoino, *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent spontanément aux environs de Menton et de Monaco*, Turin, Impr. royale, 1862. Cl. Bibl. Louis-Notari (fonds régional), Monaco.



— 2 —  
volonté plus forte montait en moi, j'avais plus d'ardeur devant ce succès croissant d'une œuvre qui, un instant, me parut chimérique.  
Sans plus discontinuer, je fis des efforts pour rechercher dans les environs de la Principauté, à Grasse, Cannes, Nice, Vintimille, Bordighera, les variétés qui me manquaient.  
En quelques années, je vins à posséder une collection assez importante, et, grâce au bienveillant appui de M. Feuillera, directeur des Travaux publics, qui sut saisir cette collection assez précieuse d'exposer à Nice, en avril 1904, le fruit de cinq années de travail continu, j'obtins, dans la section des plantes grasses, une médaille d'or.  
Depuis, la collection accrue m'a permis de faire des échanges avec, en Hollande et avec le jardin botanique de la ville de Groningue, le Directeur botanique du jardin Hanbury, à la Haye, à Vintimille, et de M. Robert Rolland-Gosselin (colline des, en semis et en graines.

**AUGUSTIN GASTAUD**  
Jardinier-Chef des Jardins Saint-Martin

12. Page de titre et intérieur de l'ouvrage d'Augustin Gastaud, *Collection des plantes grasses des jardins Saint-Martin à Monaco*, Monaco, Impr. de Monaco, 1905. Cl. Bibl. Louis-Notari (fonds régional), Monaco.

gros serpent appelé dans le Pays  
Serpent Ratier, ou preneur des rats,  
c'est l'espèce la moins dangereuse.



13. Statue de Lamarck par Léon Fagel (1851-1913), inaugurée le 13 juin 1909, Jardin des Plantes, Paris. Cl. Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

De passage ou résidents, les étrangers contribuent également au développement des sciences à Monaco. Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), jeune militaire en garnison sur le Rocher, y aurait eu ses premières intuitions botaniques sur le transformisme. D'après l'éloge lu par Georges Cuvier à l'Académie des sciences en 1832, « pendant son séjour à Monaco, la végétation singulière de cette contrée rocailleuse avait fixé son attention ». Le Prince Albert I<sup>er</sup> contribue d'ailleurs à la souscription pour l'érection de sa statue dans les jardins du Muséum national d'histoire naturelle à Paris et assiste à son inauguration en 1909 (FIG. 13). En 1950, le Conseil communal de Monaco fait apposer dans les jardins Saint-Martin une plaque commémorative en l'honneur du botaniste (FIG. 14). La Principauté retient fréquemment l'attention de savants en voyage, souvent en route vers l'Italie, en particulier en raison de la richesse de sa flore. Les astronomes Jérôme de Lalande (1732-1807) et Jean-Dominique Cassini (1748-1845), le mathématicien Jean Bernoulli

(1744-1807), le géologue Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799), le naturaliste Aubin-Louis Millin (1759-1818), le médecin botaniste Emmanuel Fodéré (1764-1835) décrivent avec intérêt Monaco à la fin du XVIII<sup>e</sup> et au début du XIX<sup>e</sup> siècle. Un médecin installé en Principauté, le docteur Alfrène Gueirard (1844-1895) fait des relevés météorologiques à partir de 1875 et édifie, en 1889, un observatoire à l'emplacement de l'actuel Jardin exotique (FIG. 15).



14. Plaque en mémoire de Lamarck, apposée par délibération du Conseil communal de Monaco du 27 novembre 1950. Cl. Olivier Gourdin.

15. Carte postale représentant l'observatoire construit par le docteur Gueirard en 1889. Coll. Bibl. Louis-Notari (fonds régional), Monaco.





16. Radar placé sur la terrasse du Musée océanographique en 1950, destiné notamment à des études météorologiques.



17. Plaque en mémoire du docteur Guglielminetti, apposée par délibération du Conseil communal de Monaco du 22 janvier 1948. Cl. Olivier Gourdin.

Les observations seront reprises par le Musée océanographique à partir de 1911 (FIG. 16), puis par le Centre scientifique de Monaco, à partir de 1960. En 1902, pour lutter contre la poussière, un médecin d'origine suisse, Ernest Guglielminetti (1862-1943) expérimente pour la première fois dans le monde, à Monaco, au pied du Musée océanographique, le goudronnage des routes. Une plaque est apposée par le Conseil communal en 1948 (FIG. 17).

Le Gouvernement Princier est tôt soucieux de vulgariser et de transmettre au plus grand nombre la connaissance scientifique. C'est ainsi qu'un premier musée, à vocation polyvalente, est créé à Monaco en 1876 et installé provisoirement à l'Hôtel du Gouvernement (actuel Conseil national). Un bâtiment spécifique est construit en 1881 en bordure des jardins Saint-Martin (FIG. 18). Un amateur, Émile Streicher (1852-1885), fait don de ses collections d'histoire

naturelle et en devient conservateur jusqu'à sa mort. Le Prince Albert est lui-même invité par son père Charles III à offrir quelques objets provenant de ses expéditions scientifiques. Ce musée est rasé en 1898 pour faire place au Musée océanographique dont la première pierre est posée en 1899.



18. En face du collège de la Visitation, tenu par les jésuites, aujourd'hui Lycée Albert I<sup>er</sup>, se distingue le bâtiment du premier musée de Monaco, détruit en 1898 pour laisser la place au Musée océanographique. Coll. Bibl. Louis-Notari (fonds régional), Monaco



19. Le Prince Albert I<sup>er</sup> en compagnie du docteur Jules Richard (1863-1945), premier directeur du Musée océanographique, dans l'atelier de taxidermie, mars 1905. Cl. C. Chusseau-Flaviens.

Homme de progrès, le Prince Albert I<sup>er</sup> cultive la science « *parce qu'elle répand la lumière et que la lumière engendre la justice, le guide sans lequel un peuple marche vers l'anarchie et la décadence* ». « *Autodidacte formé à l'université de la curiosité* », pour reprendre l'expression appliquée à un autre savant de son temps, il décide de consacrer à l'océanographie le temps dont il peut disposer, ses ressources et ses compétences de marin, acquises dans la marine royale espagnole. Les vingt-huit campagnes scientifiques du Prince ont notamment permis, grâce à sa contribution personnelle aux progrès de l'instrumentation, une meilleure connaissance de la distribution géographique et bathymétrique des espèces (FIG. 19). L'accueil, en 1901, à bord de la seconde *Princesse Alice*, des physiologistes Charles Richet (1850-1935) et Paul Portier (1866-1962) aboutit à la découverte du phénomène de

l'anaphylaxie, couronnée par l'attribution du prix Nobel à Charles Richet en 1913. Exempt de préjugés à une époque où le darwinisme déchaîne les passions, Albert I<sup>er</sup> encourage la paléontologie. Les résultats des fouilles, entreprises dans les grottes préhistoriques de Grimaldi sous l'impulsion du souverain, sont entreposés dans le bâtiment (aujourd'hui celui du Conseil national) laissé vacant, en 1894, par l'installation de l'Hôtel du Gouvernement à son emplacement actuel. Le premier Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco y est établi en 1902 (FIG. 20), transféré dans ses murs actuels par le Prince Rainier III, qui l'inaugure en 1960. Ayant toujours son siège à Monaco, le Bureau hydrographique international, prolonge, depuis sa constitution en 1921, une tâche qui avait été engagée par le Prince Albert I<sup>er</sup> : l'établissement d'une carte générale bathymétrique des océans. Des rencontres scientifiques sont régulièrement organisées en Principauté : ainsi, en 1959, une conférence sur l'élimination des déchets radioactifs, organisée conjointement par l'Agence internationale de l'énergie atomique et l'UNESCO, se tient au Musée océanographique. Surtout, en créant, en 1960, le Centre scientifique de Monaco, le Prince Rainier III (1923-2005) actualise la volonté de son bisaïeul Albert I<sup>er</sup> de voir se développer en Principauté un pôle d'excellence dans le domaine de la recherche.



20. Une salle du premier Musée d'anthropologie préhistorique, installé en 1902 dans le bâtiment actuel du Conseil national. Coll. Musée d'anthropologie préhistorique, Monaco.

Par leur souci constant de développement des sciences, les Princes de Monaco ont donc essayé, pour reprendre l'expression du poète Léopold Sédar Senghor lors de sa visite en Principauté en 1977, de faire de leur rocher une sorte de nouveau phare de la pensée et de l'innovation, une « Grèce du XX<sup>e</sup> siècle ». Aujourd'hui, dans le sillage de Ses ancêtres, S.A.S. le Prince Albert II encourage la recherche, notamment dans le domaine environnemental et biomédical, et apporte Son témoignage de curieux des savoirs scientifiques à la tribune des plus hautes instances intergouvernementales.



Le Prince Rainier III accueilli par le Président du C.S.M., S.E. Arthur Crovetto, lors de l'ouverture de la XXIII<sup>e</sup> assemblée générale plénière de la C.I.E.S.M. à Rome (1970).

## Le contexte de la création du C.S.M.

Nommé en 1951 à la Présidence d'Honneur de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée (CIESM), puis en 1956 à sa Présidence, le Prince Rainier III suit les travaux de la Commission avec intérêt. Au contact des scientifiques, il prend ainsi rapidement conscience des risques qu'encourent les océans face aux perturbations locales induites par l'homme, on ne parle pas encore de changement global !

À la même époque, le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) souhaite procéder à une expérience d'immersion en Méditerranée, entre Antibes et Calvi, de 6 500 fûts de déchets radioactifs provenant de l'usine de Marcoule. Une vive réaction des populations éclate alors, et le Prince Rainier III demande au gouvernement français d'ajourner cette expérience. Dans le même temps, les Nations Unies, suite au discours en décembre 1953 du Président américain Dwight D. Eisenhower, lancent le programme mondial, l'« Atome pour la Paix ».

Le Prince Rainier, sensibilisé par les problèmes des rejets radioactifs, souhaite que la Principauté contribue à ce programme en y apportant « un concours sérieux et utile avec les moyens intellectuels et matériels dont pouvait disposer Monaco ». Dans ce but, une Commission de Recherches Nucléaires est créée en 1959, dotée d'un budget de 40 millions d'anciens francs de subventions. Un appel d'offres est lancé pour accueillir dans les bâtiments du Musée océanographique de Monaco des chercheurs de haut niveau dans le domaine nucléaire. Une conférence internationale organisée par l'Agence Internationale pour l'Énergie Atomique (AIEA), agence des Nations Unies créée en 1957 dont le siège est à Vienne, se tient au Musée océanographique en novembre 1959. Trois cent cinquante participants y débattent des problèmes posés par l'élimination des déchets radioactifs.

L'année suivante, l'Ordonnance-Loi n° 690 du 23 mai 1960 transforme cette Commission et crée un office dit « Centre Scientifique de Monaco ». L'histoire peut commencer...



Le Prince Rainier III et la Princesse Grace accompagnés par le Président du C.S.M., S.E. Arthur Crovetto, à leur arrivée au Musée océanographique de Monaco (1960).

*Ordonnance-Loi n° 690 du 23 mai 1960 créant un Office dit « Centre Scientifique de Monaco ».*

**EXPOSÉ DES MOTIFS**

Dans la ligne tracée par S.A.S. le Prince Albert I<sup>er</sup>, la Principauté se devait de participer à la grande action entreprise en faveur de l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques.

De par l'initiative de S.A.S. le Prince Souverain, Monaco est l'un des États membres fondateurs de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique; la Principauté prend d'ailleurs très régulièrement part aux travaux de cette institution internationale.

Sous l'impulsion du Souverain, une Commission a, au surplus, été créée afin de poursuivre efficacement l'œuvre ainsi commencée; un concours permanent est donc apporté à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique pour étudier et rechercher les applications des découvertes scientifiques nouvelles lesquelles ont un intérêt réel pour la Principauté.

Dans le cadre des services administratifs, la « Commission de l'énergie atomique » avait été chargée, d'une part des études indispensables à notre participation aux travaux de l'Agence Internationale et, d'autre part, de la gestion du centre scientifique installé au Musée Océanographique où fonctionne déjà un laboratoire de radioactivité appliquée; d'autres laboratoires à caractère scientifique pourront également être ultérieurement aménagés.

Il apparaît aujourd'hui souhaitable de créer, sous la forme d'un établissement public autonome, un office dit « Centre scientifique de Monaco ».

Investi de la personnalité juridique et de l'autonomie administrative, cet office pourra plus facilement traiter avec des institutions spécialisées nationales et internationales. Il pourra également être doté de ressources propres constituées non seulement par des subventions de l'État, mais aussi par des dons ou des dotations exceptionnelles accordées par des organismes internationaux qui ne pourraient les attribuer à un service purement administratif.

**ORDONNANCE-LOI**

**RAINIER III**  
PAR LA GRACE DE DIEU  
**PRINCE SOUVERAIN DE MONACO**

Vu l'Ordonnance Constitutionnelle du 5 janvier 1911, modifiée par les Ordonnances des 18 novembre 1917, 12 juillet 1922, 17 octobre 1944 et 16 janvier 1946;

Vu Notre Ordonnance n° 1.933 du 28 janvier 1959, qui suspend temporairement les Ordonnances susvisées en tant qu'elles concernent le Pouvoir Législatif et la Commune et qui transfère au Conseil d'État, à titre consultatif, les attributions conférées au Conseil National;

*Avons sanctionné et sanctionnons l'Ordonnance-Loi dont la teneur suit, que le Conseil d'État Nous a proposée dans sa séance du 18 mai 1960 :*

**ARTICLE PREMIER.**

Il est créé, sous la forme d'un établissement public autonome, un office dit « Centre scientifique de Monaco ».

**ART. 2.**

L'office sera géré et administré par une commission dont les membres seront désignés par Ordonnance Souveraine.

*La présente Ordonnance-Loi sera promulguée et exécutée comme Loi de l'État.*

Fait en Notre Palais à Monaco, le vingt-trois mai mil neuf cent soixante.

Par le Prince,  
Le Ministre Plénipotentiaire  
Secrétaire d'État :  
P. NOGHÈS.

**RAINIER.**



Le Musée océanographique de Monaco qui abrite les laboratoires du C.S.M. et le *Winaretta-Singer*, navire océanographique du Musée océanographique, utilisé également par le C.S.M.



Depuis sa fondation, le personnel du C.S.M. est séparé sur deux sites :

- le siège social, sis à la villa Belle Époque Girasole au 16 boulevard de Suisse, siège des organisations internationales et de la Fondation Prince Albert II. Il abrite le personnel de l'administration (déménagé depuis 2007 dans de nouveaux locaux à la Villa Les Pins),
- le Musée océanographique héberge, quant à lui, les laboratoires du Centre Scientifique de Monaco. Mais celui-ci n'est pas simplement un hébergeur : une véritable symbiose s'est établie au cours du temps et des transferts de connaissance, en particulier sur la culture des coraux, ont eu lieu entre les deux établissements. Les chercheurs du C.S.M. sont sollicités lors de la réalisation d'expositions et les services du Musée (service intérieur, bibliothèque, aquarium) aident les chercheurs dans leurs travaux. D'importantes missions ont été menées de façon conjointe par les deux organismes, dont la mission Précontinent III avec l'équipe du Commandant Cousteau.

La Villa Girasole, qui hébergea l'administration du C.S.M. de 1960 à 2007.



Le Musée océanographique de Monaco. Les laboratoires du C.S.M. occupent deux niveaux situés sous les arcades sur la droite du bâtiment.

## L'administration du C.S.M.

Le Centre Scientifique de Monaco correspond administrativement à un office, c'est un établissement public autonome. Il est géré et administré par un Conseil d'Administration dont les membres sont nommés par Ordonnance Souveraine. L'activité scientifique du Centre Scientifique de Monaco est « examinée par un Comité de Perfectionnement chargé en outre d'en orienter les recherches et travaux ». Ce Comité se réunit au moins une fois par an, ce qui fait que le suivi et l'évaluation des travaux de recherche du Centre Scientifique de Monaco sont supérieurs à ce qui existe dans les autres pays européens, gage d'une grande qualité de ses activités.



S.E. César Charles Solamito, président du C.S.M. de 1976 à 1992, accompagné d'Alain Vatrican, premier secrétaire général du C.S.M. de 1979 à 1987 représentant la délégation monégasque à la Conférence de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique à Vienne le 24 septembre 1984.

Les membres du premier Conseil d'Administration, nommé par l'Ordonnance Souveraine n° 2277 du 5 juillet 1960 étaient : S.E. Arthur Crovetto, S.E. César Charles Solamito, Amédée Borghini, Raoul Bianchéri, Louis Cornaglia, Jacques-Yves Cousteau, le docteur Odette Fissore, Pierre Helson, Robert Vermeulen, Charles Giordano, Tilette Roch de Mautort. S.E. Arthur Crovetto était Président de ce Conseil.

Le premier secrétaire général, qui assurera la direction administrative du Centre, sera Alain Vatrican, nommé en 1979.

Les membres du premier Comité de Perfectionnement, nommés par l'Ordonnance Souveraine n° 3521 du 26 mars 1966 étaient : Jean Delorme, Pr Louis Devèze, Pr Maurice Fontaine, Auguste Médecin, Michel Borghini.



Michel Borghini, président du Comité de Perfectionnement du C.S.M. de 1998 à 2002.

Ce conseil allait s'étoffer lors de la seconde nomination de ses membres, par l'Ordonnance Souveraine n° 4256 du 21 février 1969, et ses membres allaient passer de 5 à 22. Émile Girardeau allait être le premier Président du Comité de Perfectionnement, dont les membres étaient : Emile Girardeau, S.E. Arthur Crovetto, S.E. César Charles Solamito, Louis Bianchéri, Amédée Borghini, Dr Michel Borghini, Charles Campora, Louis Cornaglia, Jacques-Yves Cousteau, Jean Delorme, Pr Louis Deveze, Dr André Finkelstein, Dr Odette Fissore, Pr Maurice Fontaine, Pr Bertrand Goldshmidt, Pierre Helson, Dr Joaquim Joseph, Dr Jacques Labeyrie, Auguste Médecin, Maurice Ponte, Michel Sosso, Tilette Roch de Mautort.

#### ■ Présidents du Conseil d'Administration :

S.E. Arthur Crovetto : ancien directeur du cabinet de S.A.S. le Prince, ancien Conseiller de Gouvernement pour les Finances et l'Economie Nationale, Secrétaire d'Etat, Conseiller de la Couronne, Ministre Plénipotentiaire, Son Excellence Arthur Crovetto a été chargé par le Prince Rainier III de créer le Centre Scientifique de Monaco. Il en assurera la présidence de sa création en 1960 à 1976. Dans son allocution lors du dixième anniversaire du C.S.M. il déclarait ainsi : « *Après 10 ans d'efforts persévérants, le Centre parti de rien, a acquis une notoriété incontestable ; il est devenu pour Monaco un outil de travail efficace* ».

S.E. César Charles Solamito, membre du premier Conseil d'Administration du C.S.M. présida le C.S.M. pendant 17 ans, de 1976 à 1992. Ingénieur civil de l'École des Mines de Paris, licencié en Droit, Diplômé des Hautes Études internationales, ses fonctions au service de l'État furent nombreuses : avocat, Conseiller privé de la Maison de S.A.S. le Prince, Conseiller de la Couronne, Conseiller de Légation, Président délégué de Radio Monte-Carlo, Délégué permanent de Monaco auprès des Organismes Internationaux, Ambassadeur extraordinaire et Plénipotentiaire auprès du Saint-Siège



José Badia, président du C.S.M. de 1995 à 1998.



S.A.S. le Prince Albert II lors d'une visite des salles de culture de coraux du C.S.M. accompagné de Roger Passeron, président du C.S.M. de 1998 à 2008 et du Pr Denis Allemand, directeur scientifique.

à partir de 1982 jusqu'à son décès en 1997. Il assura également les fonctions de premier président de la nouvelle Commission RAMOGE. Rainier Imperti, alors Secrétaire Général du Ministère d'Etat, assurera la Présidence de 1992 à 1995, suivi pour la période 1995 à 1998 de José Badia, haut fonctionnaire monégasque, ancien Conseiller de Gouvernement pour les Travaux Publics et les Affaires Sociales, actuellement Ambassadeur Extraordinaire et Plénipotentiaire de la Principauté auprès de Sa Majesté le Roi des Belges.



Rainier Imperti, président du C.S.M. de 1995 à 1998.

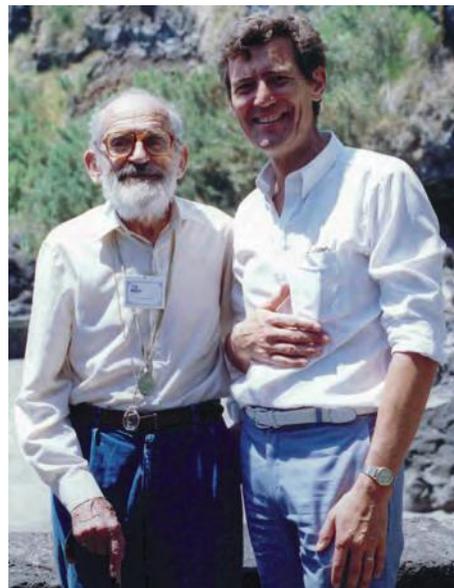
Roger Passeron accompagnera l'évolution du C.S.M. et présidera son Conseil d'Administration pendant neuf ans de 1998 à 2007. Inspecteur Général de l'Administration, Roger Passeron a réalisé une longue carrière dans l'administration monégasque. Outre la Présidence du C.S.M., il sera le représentant de Monaco auprès de l'UNESCO et de la Francophonie. Depuis 2007, c'est le professeur Patrick Rampal, doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Nice, et chef du service de Gastro-Hépatologie du Centre Hospitalier Princesse Grace (CHPG), qui préside le C.S.M. avec la mission d'ouvrir ce Centre de Recherche au domaine Biomédical.

### ■ Secrétaires généraux :

Cinq Secrétaires généraux ont assuré la direction administrative du Centre Scientifique depuis sa création :

Alain Vatrican, diplômé de l'Institut Polytechnique de Grenoble (promotion 1964), débuta sa carrière comme ingénieur au Laboratoire d'études et de recherches sur les télécommunications de la société Les Câbles de Lyon, puis à la société Transfix à Nice jusqu'à son recrutement en 1968 à l'Observatoire de Séismologie et Météorologie du C.S.M. comme assistant de recherche. Il en deviendra en 1979 son premier Secrétaire Général jusqu'à son décès le 23 février 1987. À partir de 1981, il deviendra également le premier secrétaire exécutif de la Commission RAMOGE. Il représentera également la Principauté à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique. Outre ces diverses fonctions, Alain Vatrican a été conseiller communal de 1967 à 1987.

Patrick Van Klaveren, agrégé de l'Université en Sciences Biologiques, adjoint au secrétaire général de la Commission Internationale



Patrick Van Klaveren, secrétaire général du C.S.M. de 1987 à 1990 en compagnie du Pr Théodore Monod.



René-Georges Panizzi, troisième secrétaire général du C.S.M.

d'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée (CIESM), devient Secrétaire Général du C.S.M. en 1987. Il assurera cette fonction jusqu'en 1990, avec comme mission d'optimiser le fonctionnement du Centre Scientifique en séparant les activités de recherche des activités de surveillance des pollutions. Il dressera les bases d'une Agence de Surveillance et de Contrôle de l'Environnement, devenue Service de l'Environnement au sein du Département de l'Équipement, de l'Environnement et de l'Urbanisme. En 2008, ce service est devenu la Direction de l'Environnement. Tout en continuant d'assurer le rôle de

Délégué Permanent auprès des Organismes Internationaux à caractère scientifique, environnemental et humanitaire, Patrick Van Klaveren est actuellement Ambassadeur de Monaco auprès de Sa Majesté le Roi d'Espagne.

René-Georges Panizzi, alors Secrétaire Général du Département de l'Intérieur puis Conseiller au Cabinet de S.E. le Ministre d'État, assurera alors la fonction de Secrétaire Général, avant de devenir Conseiller au Cabinet du Ministre d'État et Chef du Protocole. Michel Boisson, docteur en Océanographie Biologique, licencié en sciences physiques et ancien responsable de l'Unité de Neurobiologie Moléculaire puis de l'Unité d'Océanologie-Biologie du C.S.M., sera Secrétaire Général de 1998 à 2007. Membre du *Scientific Committee for Oceanographic Research* (SCOR), il a été Conseiller communal et Conseiller national. Il sera remplacé en 2008 par Corinne Gaziello, qui occupait alors les fonctions d'agent comptable auprès des Établissements publics.



Corinne Gaziello et Michel Boisson, respectivement cinquième et quatrième secrétaires généraux du C.S.M.

#### ■ Présidents du Comité de Perfectionnement :

Le premier président du Comité de Perfectionnement (de 1966 à 1975) fut Émile Girardeau (1882 - 1970). Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, membre de l'Académie de Marine, Émile Girardeau sera à l'origine de la création en 1922 du premier poste privé de radio en France. Il dirigea également la Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil (CSF) dont l'équipe sera à l'origine de la création du RADAR en 1934. Un prix annuel, remis par l'Académie des Sciences morales et politiques, destiné à récompenser un ouvrage ou mémoire ayant trait aux sciences économiques ou sociologiques, rappelle sa mémoire.

Bertrand Goldschmidt (1912 - 2002) fut le second Président du Comité de Perfectionnement du C.S.M. de 1975 à 1992. Chimiste français, il est recruté à l'Institut du Radium en 1933 par Marie Curie.

Il sera l'un des créateurs du Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). Il y dirigera le département de chimie jusqu'en 1960. Il fut également le représentant français dans le Bureau des Gouverneurs de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) de 1957 à 1980. Quittant la présidence du Conseil d'Administration du C.S.M., S.E. César Charles Solamito le remplacera à cette fonction de 1992 à 1998. Le Dr Michel Borghini, ingénieur au CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, anciennement Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), assurera la présidence de ce Comité de 1998 à 2002. Nommé représentant permanent de Monaco auprès des Nations Unies à New York, il sera remplacé en 2002 par le professeur Dominique Doumenc. Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, ancien directeur du Département des Milieux et Peuplements aquatiques du Muséum, du BIMM (UMR CNRS Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie), Dominique Doumenc est membre du Conseil d'Administration de l'Institut de Paléontologie Humaine, Fondation Prince Albert I<sup>er</sup> de Monaco. Il est également auteur et coordonateur de très nombreux ouvrages de Biologie et de Zoologie, et actuellement directeur de la station de Biologie Marine de Concarneau.



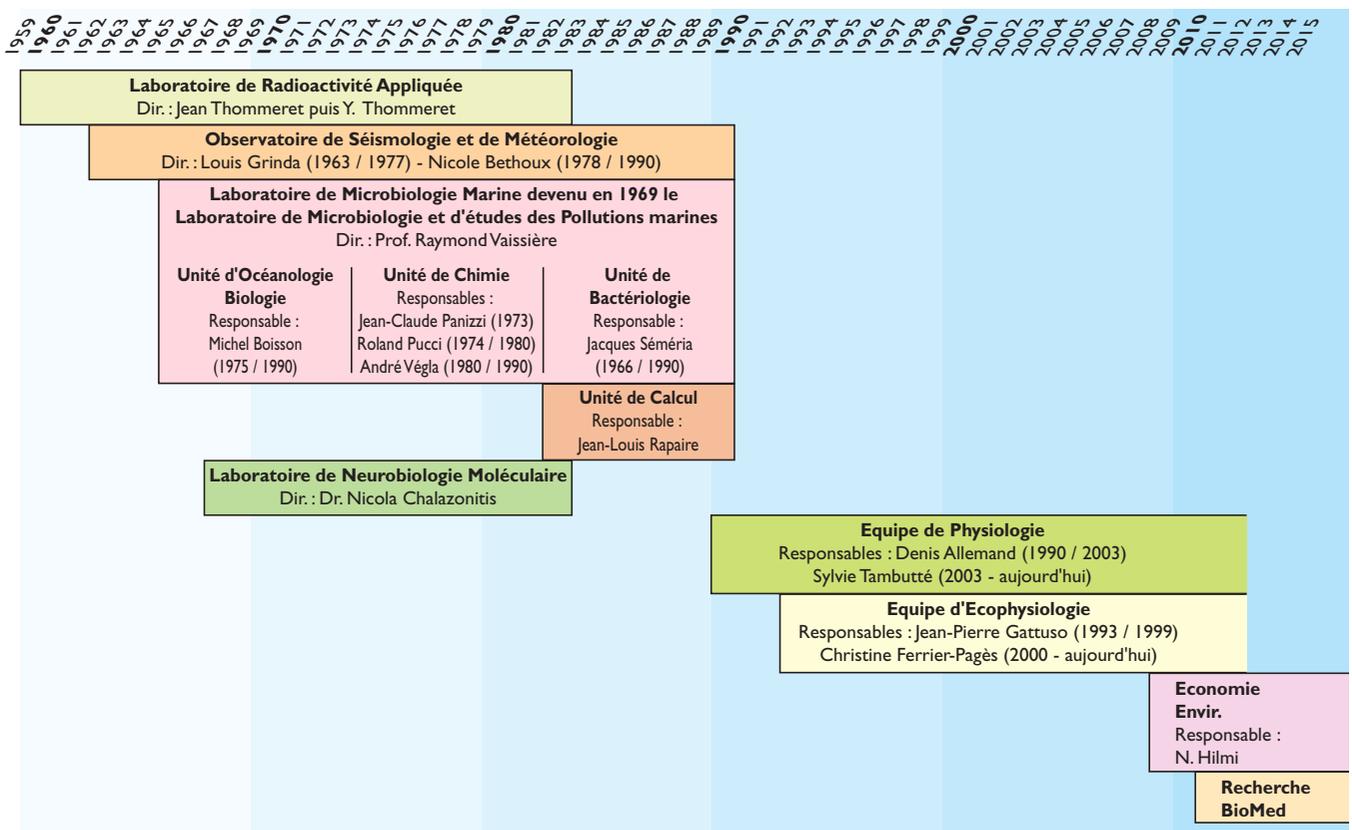
Émile Girardeau, Premier Président du Comité de Perfectionnement du C.S.M.



Bertrand Goldschmidt, Président du Comité de Perfectionnement du C.S.M. de 1975 à 1992 lors d'une réunion du Comité Scientifique du C.E.A. en 1946. (De gauche à droite, premier plan, Pierre Auger; Irène Joliot-Curie, Frédéric Joliot, Francis Perrin, Lew Kowarski et second plan, debout, Bertrand Goldschmidt, Pierre Biquard, Léon Denivel, Jean Langevin).

## ■ Directeurs Scientifiques :

Jusqu'en 1990, les activités scientifiques du C.S.M. étaient variées : la direction scientifique était donc partagée entre plusieurs responsables, le Dr Jean Thommeret puis le Dr Yolande Thommeret, son épouse, pour le Laboratoire de Radioactivité Appliquée, le Commandant Louis Grinda, puis le Dr Nicole Bethoux, pour l'Observatoire de Séismologie et de Météorologie, le Dr Nicolas Chalazonitis puis le Dr Michel Boisson, pour le laboratoire de Neurobiologie moléculaire, le professeur Raymond Vaissière pour le laboratoire de Microbiologie Marine. Ce dernier était également sous-directeur du Musée océanographique et a été Président du Comité Technique RAMOGE. Il créa en 1966 le Laboratoire de Biologie Générale à la Faculté des Sciences de Nice. Le laboratoire de Microbiologie Marine, devenu en 1969 « laboratoire de Microbiologie et d'Études des Pollutions Marines », aura trois équipes : l'Unité d'Océanologie-Biologie, dirigée par le Dr Michel Boisson, l'Unité de Chimie, dirigée par le Dr Jean-Claude Panizzi, puis le Dr Roland Pucci et enfin le Dr André Végla, et l'Unité de Bactériologie, dirigée par le Dr Jacques Séméria.





S.A.S. le Prince Albert II remettant la décoration de l'Ordre de Grimaldi au Pr Dominique Doumenc, président du Comité de Perfectionnement du C.S.M. depuis le 17 janvier 2002.



Le Prince Rainier au cours d'une visite de la salle de culture du C.S.M. sous la conduite du professeur Jean Jaubert.

En 1990, suite à la restructuration du C.S.M., les thèmes de recherche sont recentrés, et Jean Jaubert, professeur de Biologie à l'Université de Nice-Sophia Antipolis prend la direction scientifique du C.S.M. Spécialiste de la culture des coraux constructeurs de récifs (il est l'auteur d'un brevet sur la purification biologique de l'eau), le Pr Jean Jaubert a créé l'année précédente (1989) au Musée océanographique un aquarium de 40 m<sup>3</sup> présentant un récif vivant à la demande du professeur François Doumenge, nouveau directeur de cet Institut. En 2001, à son départ pour la direction des expéditions de la Cousteau Society, le professeur Denis Allemand prendra sa suite. Monégasque, ce dernier a soutenu sa thèse en Pharmacologie en 1986 à l'Université de Montpellier II. Spécialiste de la physiologie des

invertébrés marins, il a été, dès 1989, à l'origine du développement de la physiologie corallienne au C.S.M. Il a également créé une équipe de recherche à l'Université de Nice-Sophia Antipolis, et a été directeur adjoint d'une Unité Mixte de Recherche de 70 personnes entre cette université et l'INRA.



Le Laboratoire de Radioactivité Appliquée (LRA), premier laboratoire du C.S.M. De gauche à droite : Jean Galliot, Mme Berthoux, les docteurs Jean-Louis Rapaire, Yolande Thommeret et Jean Thommeret, responsable de l'équipe.

## 1960 - 1990 : Une diversité d'études

### I - Le laboratoire de Radioactivité Appliquée (Janvier 1960)

Un appel d'offres est lancé afin de trouver un chercheur de renom capable de faire démarrer une activité de recherche dans le domaine de la radioactivité et de ses applications pacifiques. Parmi les réponses, le choix du Gouvernement monégasque se porte sur le docteur Jean Thommeret, chercheur au Commissariat à l'Énergie Atomique (C.E.A.). Ce chercheur, qui a réalisé son Diplôme d'Études Supérieures avec Irène Joliot-Curie à l'Institut du radium à Paris, est déjà un chercheur reconnu. Il sera accompagné dans la mise en route du Laboratoire de Radioactivité Appliquée (L.R.A.) par son épouse, chimiste, chargée de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.).

Une petite équipe de qualité se forme autour des docteurs Jean et Yolande Thommeret : le Centre Scientifique de Monaco commence son activité de recherche.

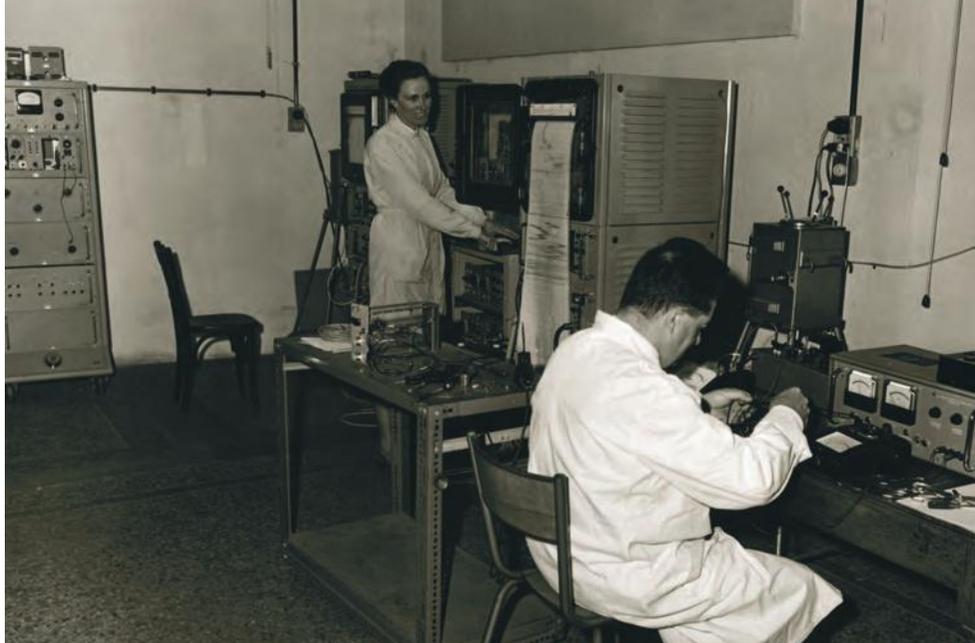
Premier laboratoire du Centre Scientifique de Monaco, les activités du L.R.A. ont été orientées vers les mesures de la radioactivité de l'environnement (aérosols, précipitations, eau de mer, sédiments marins) et les études mettant en œuvre les applications de la méthode de datation par le carbone-14 permettant la datation dans les domaines de l'océanographie, la pédologie, la tectonique, la préhistoire.

#### ■ Les activités de recherche du laboratoire de Radioactivité Appliquée

Le docteur Jean Thommeret va assurer la direction du laboratoire de Radioactivité Appliquée jusqu'à son décès survenu alors qu'il était en pleine activité le 13 janvier 1981. Son épouse assurera un temps la direction de l'équipe, avant que le laboratoire ne soit dissout.

La personnalité du Dr Jean Thommeret et la qualité des membres de son équipe ont vite assuré au L.R.A. un grand renom. Deux types d'activités de recherche y étaient effectués :

- des mesures de la contamination radioactive des milieux atmosphérique et marin,
- des datations utilisant l'isotope radioactif du carbone, le carbone-14.



Laboratoire de Radioactivité Appliquée (LRA) : le docteur Yolande Thommeret et Jean Galliot dans le laboratoire de mesure.

Ces activités nécessitent toutes deux des technologies de pointe pour la mesure de faibles niveaux de radioactivité. Le L.R.A. a ainsi contribué à la mise en évidence de l'apparition de particules nucléaires dans le milieu marin à la suite de leur dispersion dans l'atmosphère consécutive à des essais nucléaires atmosphériques. En collaboration avec des institutions internationales, le Centre Scientifique effectue ainsi des mesures des niveaux de radioactivité sur l'ensemble du littoral méditerranéen. Il participe au programme français ORSEC-RAD et constitue l'une des unités de mesure de l'Agence Internationale pour l'Énergie Atomique. L'arrêt des essais nucléaires atmosphériques va entraîner l'abandon des mesures de radioactivités ambiantes.

L'activité de datation utilisant la décroissance du carbone-14 va permettre au C.S.M. de déployer une activité internationale très importante, puisque le L.R.A. va mesurer plus de 2 500 échantillons de divers pays du monde. 112 publications dans des revues spécialisées finaliseront ces mesures.

À cette époque, seuls trois laboratoires en France ont la technologie nécessaire pour réaliser ces mesures, outre celui du C.S.M., deux autres laboratoires existent, l'un à Lyon, l'autre à Gif-sur-Yvette. Les mesures serviront à dater les plus importants sites préhistoriques étudiés à l'époque (Afghanistan, Algérie, Asie, Brésil, Cambodge, îlot de Clipperton, Djakarta, Émirats Arabes Unis, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Qatar, Sénégal, Suisse, Syrie, Tunisie). Mais l'utilisation du carbone-14 va aller bien au-delà de la Préhistoire et permettre d'étudier les variations du niveau des mers, l'étude des vitesses d'envasement des deltas (Var, Paillon, Rhône, Ebre en Espagne, Nil), la tectonique des plaques, l'étude de l'évolution des sols de montagne ou encore de dater les mortalités d'herbiers de Posidonies.

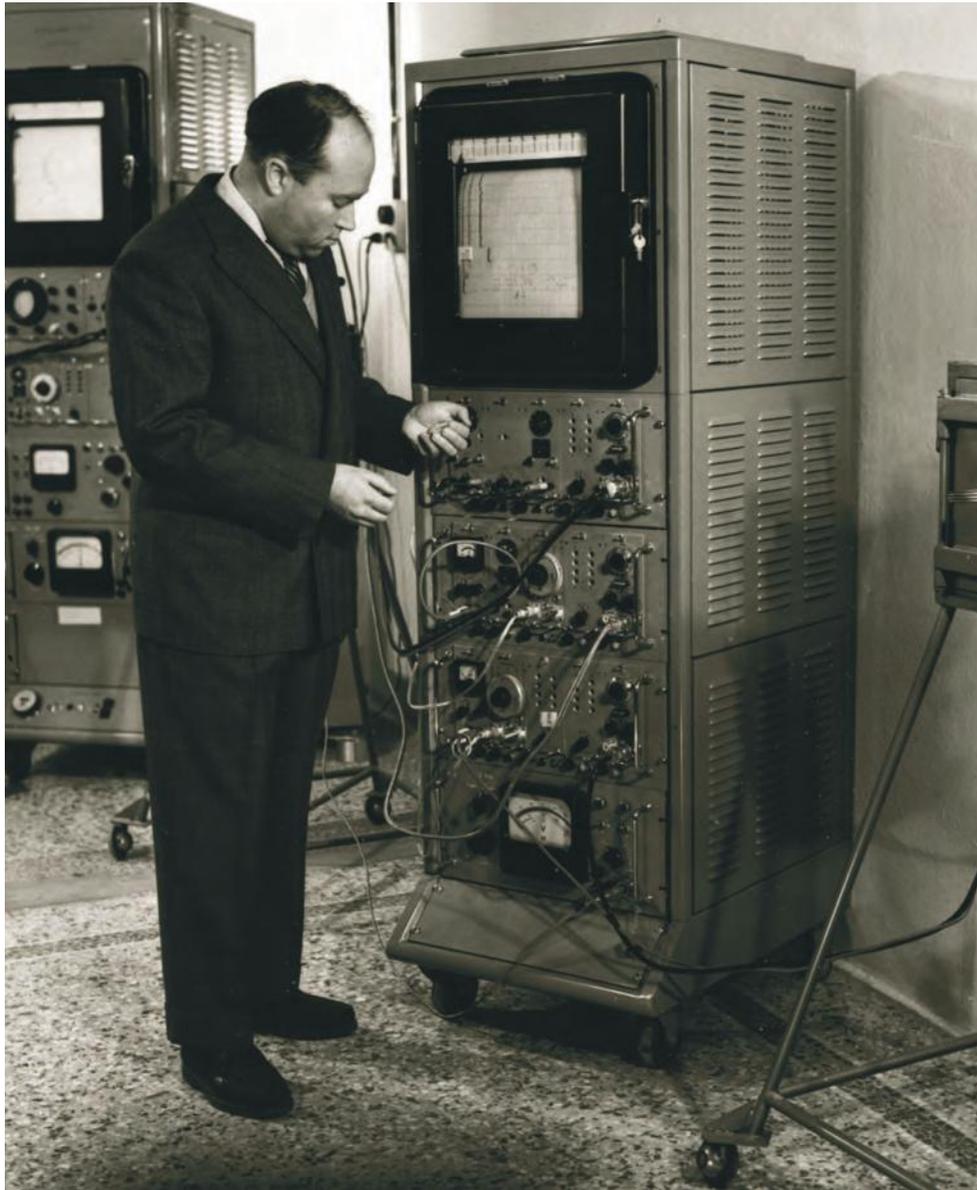
#### ■ Les activités de terrain du L.R.A.

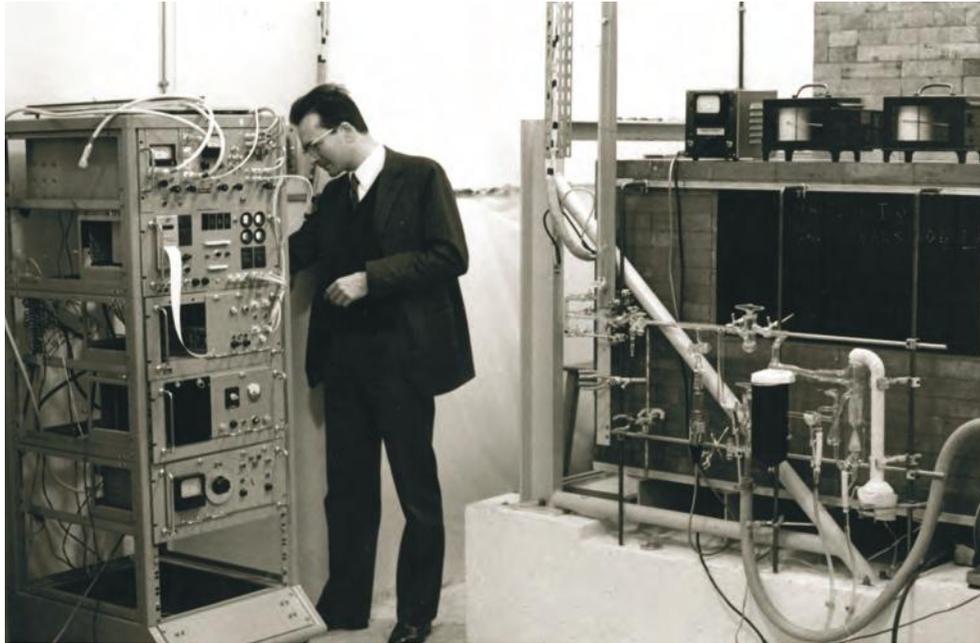
Mais si les analyses de laboratoire occupent la plus grande partie du temps des chercheurs, ces derniers participent néanmoins à d'importantes missions océanographiques afin de prélever et de filtrer les milliers de litres d'eau nécessaire aux mesures de radioactivité.

Parmi ces missions océanographiques :

- Calypso en 1961
- Atlantis II en 1963 au cours d'une campagne du *Woods Hole Oceanographic Institution* pour l'étude des teneurs en radiocarbone des eaux profondes et superficielles de l'océan Indien (mer d'Oman)
- Charcot en 1966, avec le Commandant Alinat (directeur adjoint du Musée océanographique), le Pr E.K. Duursma (directeur du *Netherlands Institute for Sea Research-NIOZ*, Pays-Bas) et le Dr Jean Thommeret.

Laboratoire de Radioactivité Appliquée (LRA) : le docteur Jean Thommeret dans la salle des mesures de radioactivité





Le Dr Jean-Louis Rapaire dans la salle des appareils de datation. À droite, le « château de plomb » protégeant les capteurs C14.



Le Dr Yolande Thommeret au cours de la préparation d'un échantillon.



À bord du navire océanographique *Jean Charcot*, prélèvement d'eau par le Dr Jean Thommeret (deuxième en partant de la droite). À droite, le Commandant Jean Alinat, Directeur adjoint du Musée océanographique, à gauche le Pr E.K. Duursma du Laboratoire de Radioactivité Marine de l'AIEA.



Le Pr W.F. Libby, Prix Nobel de Chimie lors d'une conférence au cours du symposium international de la Protection Civile sur les dangers des radiations nucléaires qui s'est tenu à Monaco en mai 1964. Le Dr Jean Thommeret est à la tribune avec le Dr Francis Perrin, Haut Commissaire du C.E.A.



Les Drs Francis Perrin, Haut Commissaire du C.E.A. (à droite), et Jean Thommeret (à gauche).

### ■ L.R.A. : un centre internationalement reconnu.

En raison de l'importance et de la variété de ses travaux, le L.R.A. devient rapidement un laboratoire incontournable, malgré une taille relativement modeste.

Des personnalités sont également venues visiter les laboratoires de Radioactivité Appliquée. En tout premier lieu, le Prince Rainier III et la Princesse Grace de Monaco, mais aussi le Général de Gaulle en 1960, la Princesse Paola de Belgique, M. Francis Perrin, Haut Commissaire du C.E.A., successeur de Frédéric Joliot-Curie, le professeur américain Hans Suess en 1967, le Président Léopold Sedar Senghor...

Le L.R.A. a également reçu le professeur W.F. Libby, Prix Nobel de Chimie en 1960 pour la découverte de la méthode de datation au carbone-14 qui allait révolutionner diverses branches de la science.

Les recherches développées ont donné lieu à de nombreux travaux pluridisciplinaires en collaboration avec des chercheurs de plusieurs institutions :

- l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (A.I.E.A.)
- le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.)
- le Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.)
- le Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A.)
- l'Institut Océanographique
- l'Office de Recherches Scientifique et technique d'Outre-mer (O.R.S.T.O.M., aujourd'hui I.R.D.)
- l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, les Sciences et la Culture (UNESCO)
- diverses Universités : Algérie, Brésil, Espagne, France, Grande-Bretagne, Israël, Italie, Liban, Sénégal, Tunisie...

Les activités du L.R.A. étaient soutenues par des contrats de recherche durablement établis avec le C.E.A, le C.N.R.S, l'A.I.E.A....

# TABLEAU CLIMATOLOGIQUE MENSUEL

Mois de MAI

Latitude: 43°43'50"N

Longitude de Gr.: 7°25'30"E

Direction de la  
MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

(3 observations par jour)

Changements d'installation et  
d'équipement de la station :

**CENTRE  
SCIENTIFIQUE  
DE  
MONACO**

Département: Principauté de Monaco  
Commune: Centre Scientifique de Monaco  
Station: du Musée Océanographique de Monaco  
Observateur M. Operateurs Poste Océ. Monaco Radio

Situation topographique de la station: Falaise au bord de la mer.

Altitude du lieu: 55 m  
Altitude de la cuvette du baromètre: 82 m  
Hauteur, au-dessus du sol, de l'entonnoir du pluviomètre: 1,50 m  
Hauteur, au-dessus du sol, de la girouette ou de l'anémomètre: 2,55 m  
Nature du baromètre: Raycow Correct. fixe: Ci. Cg.  
Numéro et constructeur: 778 Tammolot  
Nature du pluviomètre: Tappillon Richard  
Nature de la girouette: Mécaquip de l'anémom. Tappillon Richard  
Nature de l'héliographe: Campbell  
Autres instruments:

Nature de l'actinomètre :  
Nature de l'évaporomètre :  
Thermomètre sec : 2725 Casella  
Thermomètre mouillé : 3306/11 Casella  
Psychromètre :  
Thermomètre à minimum : 98306/65 Casella  
Thermomètre à maximum : 99397 Casella  
Nature de l'abri des thermomètres : Au frais

Pour les notations, la manière de faire et de réduire les observations, consulter les instructions spéciales.

Les observations, thermométriques et barométriques inscrites dans ces tableaux doivent être corrigées des erreurs instrumentales.

On devra adopter, de préférence, les heures d'observations suivantes pour trois observations par jour : 6 h., 12 h., 18 h. T.U.; pour deux observations : 6 h., 18 h.; pour une observation : 6 h., 8 h. ou 9 h. T.U. — Les heures adoptées doivent être conservées.

Indiquer la nature de l'heure employée : T.U., locale, heure légale.

RÉSUMÉ DU MOIS De MAI 1970

HEU- RES	NOMBRE DE FOIS QUE LE VENT A SOUFLÉ DES DIRECTIONS																NOMBRE D'OBSERVATIONS DES VITESSES EN M/S.						
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALME	TOTAL	0 et 1	2 à 4	5 et 6	7 à 14	15 à 21
7h.	/	2	2	2	2	/	/	/	/	1	4	5	/	/	1	14	31	15	9	2	5	/	/
14h.	/	1	2	2	6	1	/	/	2	1	1	5	3	/	/	6	30	6	14	2	8	/	/
18h.	/	/	1	4	6	1	/	/	/	1	1	7	7	/	1	2	31	3	9	11	7	/	/
Totaux	/	3	3	8	14	2	/	/	2	3	2	16	15	/	1	22	92	24	32	15	20	/	/

Vitesse instantanée maximale au sol. Valeur: 15.5 m/s Date: 18/5/70 Heure et direction: 23h30 - NNE  
Nombre de jours où la vitesse du vent a atteint ou dépassé 16 m/s à un moment quelconque: Neant -

## NOMBRE DE JOURS OÙ LES PHÉNOMÈNES SUIVANTS ONT ÉTÉ OBSERVÉS.

de 18 h. à 18 h. T.U. pour la gelée, de 6 h. à 6 h. T.U. pour les précipitations, entre 0 et 24 h. T.U. pour les autres phénomènes.

GELÉE SOUS l'abri.	PRÉCI- PITATIONS pluie, nei- ge, grêle, grésil.	CHUTE de neige.	SOL plus qu'à moitié couvert de neige.	GRÉSIL.	GRÊLE.	ORAGE OU tonnerre.	ÉCLAIRS SANS tonnerre.	INSOLATION		GRANDE visibilité.	BROUIL- LARD.	13	14
								nulle.	continue.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	4												

1. Minimum inférieur ou égal à 0. — 2. Chute ayant fourni au moins 0,1 mm en 24 heures. — 3. Chute de neige ayant fourni au moins 0,1 mm d'eau de fusion. — 4. Sol entièrement ou en majeure partie couvert de neige tombée le jour même ou les jours précédents. — 8. Exclure les jours où il a tonné. 11. Jours où l'on a vu des objets très éloignés choisis une fois pour toutes. — 12. Jours où la visibilité a été à un moment déterminé inférieure à 1.000 m., par suite de brouillard et non de précipitations.

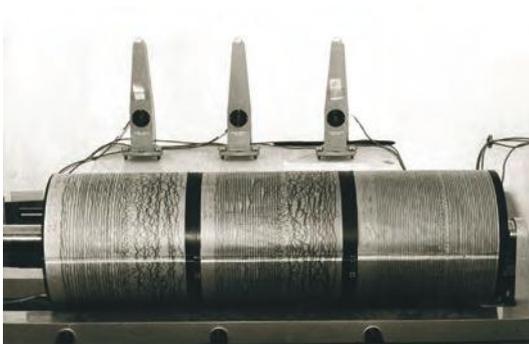
REMARQUES GÉNÉRALES SUR LE MOIS D

19

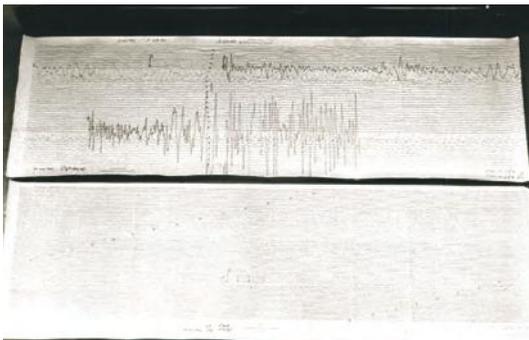
## II - L'Observatoire de Sismologie et Météorologie (1963)

Second laboratoire à avoir rejoint le jeune Centre Scientifique de Monaco en 1963, l'Observatoire de Sismologie et de Météorologie est pourtant l'héritier d'une tradition presque centenaire. En effet, les premières observations météorologiques datent de 1874, elles avaient été réalisées par Alfred Gueirard dans son petit observatoire à proximité de l'actuel Jardin exotique. Mais son décès en 1895 arrête les mesures. Le Prince Albert I<sup>er</sup> souhaite alors qu'une station météorologique soit intégrée dans le Musée océanographique, alors au début de sa construction. Cette station débutera officiellement ses observations le 1<sup>er</sup> janvier 1911. C'est Louis Sirvent, assistant puis sous-directeur du Musée océanographique, qui en assurera la responsabilité, puis en 1948, Jules Vernet, assistant au Musée océanographique. Ce dernier publiera en 1952 la première synthèse météorologique de la Principauté. En 1955, cet Observatoire se dote d'un sismographe afin d'intégrer l'analyse des événements sismologiques : l'Observatoire de Météorologie devient ainsi l'Observatoire de Sismologie et Météorologie.

Le Commandant Louis Grinda, Capitaine de Frégate prend la suite de Jules Vernet en 1953. Il va assurer l'intégration de l'Observatoire de Sismologie et Météorologie au sein du jeune Centre Scientifique de Monaco et conservera la direction de cet observatoire jusqu'en 1977, date de sa retraite. Son assistante, le Dr Nicole Bethoux le remplacera alors. Les activités de cet observatoire ont perduré jusqu'à 1990, date où elles ont été transférées au sein de l'administration monégasque sous la forme d'un service de l'Environnement, aujourd'hui Direction de l'Environnement.



Un des sismomètres installés dans les locaux du C.S.M.



Exemple d'enregistrement d'ondes sismiques (sismogramme).

En 1988, paraît, dans le troisième bulletin du Centre Scientifique de Monaco, *Un siècle d'Observations météorologiques à Monaco* (disponible sur [www.centrescientifique.mc](http://www.centrescientifique.mc)). Rédigé par le Dr Nicole Bethoux, cet ouvrage fait le point sur l'évolution des phénomènes météorologiques en Principauté. Au moment où les questions sur le changement de notre climat se font de plus en plus pressantes, cet ouvrage montrait cependant que, d'après les données mesurées à Monaco entre 1911 et 1985, aucune tendance (augmentation ou diminution de la température moyenne) ne pouvait être déduite pour cette période.

Les équipements de sismologie de l'Observatoire de Sismologie et Météorologie vont permettre d'enregistrer les événements sismiques, nombreux dans la région. Les risques sismiques ne sont pas un danger imaginaire pour la Côte d'Azur, et les mesures réalisées à Monaco, intégrées dans le



Sismomètre courte période vertical, conçu et fabriqué au CEA, utilisé à la station sismologique de Monaco de 1980 à 1990.



Sismomètre vertical « Wiechert ». Ce type d'appareil équipait les observatoires sismologiques jusque dans les années 1970. Il a été installé à Monaco, au moment de la création de l'Observatoire de Monaco.

réseau d'observation seront ainsi primordiales pour l'étude de la sismicité régionale. Ce laboratoire va ainsi jouer un double rôle, celui d'Observatoire, affilié à un réseau de stations gérées par le Laboratoire de Géophysique et Détection du CEA (LDG/CEA), puis par l'Institut de Physique du Globe à Strasbourg, travaillant pour la prévision des risques sismiques, et celui de laboratoire de recherche sur l'étude de la sismicité régionale. Une convention a lié pendant dix ans (de 1980 à 1990) le CEA et le C.S.M.. Un volontaire au Service Actif (VSNA), rémunéré par le CEA, faisait ainsi sa coopération au sein de l'Observatoire. Ces mesures sont toujours réalisées et analysées en collaboration avec l'Université de Nice - Sophia Antipolis (Laboratoire Géosciences Azur).

Si les capteurs météorologiques étaient situés sur la terrasse du Musée océanographique, les capteurs sismiques allaient être positionnés en dehors du bâtiment car sa fréquentation importante induisait un bruit de fond parasite. Un capteur était placé (il l'est toujours à l'heure actuelle) dans la grotte des jardins Saint Martin. Le Centre Scientifique de Monaco louait également le fort du Barbonnet à Sospel pour y installer dans sa partie souterraine des capteurs au fond d'un tunnel à 10 m sous terre.



De nombreuses personnalités viendront à Monaco visiter l'Observatoire de Sismologie et Météorologie. En compagnie du Dr Nicole Bethoux, responsable de l'observatoire, le Dr Haroun Tazieff, volcanologue mondialement connu, accompagné du Dr Jacques Labeyrie, à l'époque Directeur du Centre des faibles radioactivités du CEA/CNRS de Gif-sur-Yvette, par ailleurs membre du Comité de Perfectionnement du C.S.M.

### III - Le laboratoire de Microbiologie (1967)

En 1967, un nouveau laboratoire est créé au sein du C.S.M. afin de procéder à des mesures bactériologiques pour déterminer la qualité des eaux monégasques et étudier les pollutions littorales. Ce laboratoire, placé sous la responsabilité scientifique du professeur Raymond Vaissière, alors sous-directeur du Musée océanographique et directeur du jeune laboratoire de Biologie Générale créé l'année précédente à l'Université de Nice, est composé de Jacques Séméria et d'Évelyne Schommers. Contrairement aux autres activités du C.S.M., ce laboratoire sera implanté, à l'initiative du maire Robert Boisson et de son Conseil Municipal, dans le rez-de-chaussée de la Mairie de Monaco, dans un local primitivement occupé par le Laboratoire d'Hygiène de la Mairie. Plus de 4 000 analyses y sont réalisées dès la première année de fonctionnement. De ces analyses, transmises au Gouvernement Princier, déboucheront une modification de la gestion des émissaires de la Principauté, en particulier au niveau de Fontvieille alors au tout début de son urbanisation, et une amélioration des émissaires et des déversoirs d'orages existants (détermination du point de rejet du grand collecteur en particulier).

Mais ce laboratoire ne pratiquait pas seulement des analyses de surveillance en routine. Des recherches pionnières y étaient effectuées afin d'améliorer la prévision des pollutions marines. En effet, dès 1968, le laboratoire achète des clovises (*Tapes aureus*) à Sète afin d'utiliser ces animaux filtreurs comme indicateurs pour intégrer la pollution en un lieu, ce qui a donné naissance aux réseaux de *Mussel Watch* popularisés dans les années 1980, et que l'on appellera dans les années 1990, le Biomonitoring. Des prototypes de bouées océanographiques seront également développés.

En 1969, la diversité des problèmes liés aux pollutions marines conduit le Centre Scientifique à développer cette thématique. Le laboratoire de Microbiologie devient le Laboratoire de Microbiologie et d'études des Pollutions Marines. Ces travaux sont toujours réalisés sous la direction scientifique du



Le laboratoire de microbiologie installé au rez-de-chaussée de la Mairie de Monaco.



Le Dr Jacques Séméria, responsable du laboratoire de Microbiologie en train d'effectuer un dénombrement de colonies bactériennes.

professeur Vaissière en collaboration avec de jeunes chercheurs de l'Université de Nice (Marc Lafaurie, Jean Jaubert, Gérard Seguin, Gaston Fredj...).

En parallèle, le Centre Scientifique apporte tout son appui à l'organisation en Principauté de grandes manifestations scientifiques, comme l'accueil du XVII<sup>e</sup> Congrès International de Zoologie en 1972. Ce laboratoire constituera également la force vive du jeune programme RAMOGE (accord signé entre l'Italie, la France et Monaco en 1976), dont le professeur Vaissière assurera d'ailleurs la présidence du Comité technique pendant de nombreuses années. Les membres de ce laboratoire participeront également à plusieurs campagnes océanographiques en Méditerranée, à bord du navire du C.S.M. (*Le Ramoge*), du Musée océanographique (*Le Winaretta Singer*) ou du Commandant Cousteau (*La Calypso*).

Devant l'accroissement des missions du Laboratoire de Microbiologie et d'études des Pollutions Marines, deux unités vont être créées et se rajouter à l'unité « historique » de Microbiologie : l'Unité de Chimie en 1973 et l'Unité d'Océanologie - Biologie en 1975.



Le Dr Michel Boisson, responsable du laboratoire de Neurobiologie Moléculaire devant son poste de travail dans la cage blindée protégeant les instruments d'électrophysiologie.

#### **IV - Laboratoire de Neurobiologie Moléculaire (1968)**

Si le Laboratoire de Neurobiologie Moléculaire ne fut que le quatrième laboratoire intégré au Centre Scientifique de Monaco, il est pourtant historiquement le plus ancien au Musée après l'Observatoire météorologique. En effet, au début des années cinquante, le docteur Jules Richard, Directeur du Musée océanographique, avait mis gracieusement à la disposition du docteur Angélique Arvanitaki, et de son équipe, l'un des laboratoires du Musée, situé au premier sous-sol de l'aile Est. Les travaux du Dr Arvanitaki portaient sur l'aplysie, un mollusque marin communément appelé lièvre de mer. Ces animaux possèdent des cellules nerveuses de grande taille (jusqu'à 0,5 mm de diamètre), facilitant l'expérimentation. La reconnaissance mondiale, dans les années soixante, de ce modèle d'invertébré consacre les recherches entreprises par le Dr A. Arvanitaki à Monaco, avec son mari le docteur Nicolas Chalazonitis, et inscrit leur démarche dans la continuité de la découverte de l'anaphylaxie par les docteurs Richier et Portier.

En 1963, le CNRS créait, à Marseille un Institut de Neurophysiologie et de Psychophysiologie et confiait la Direction du Département de neurophysiologie cellulaire successivement au docteur Arvanitaki et au docteur Chalazonitis. Le laboratoire de Monaco fut alors rattaché au Centre Scientifique de Monaco en 1968 et financé principalement par des contrats américains. Il devient le lieu de rencontres privilégiées pour nombre de physiologistes de toutes nationalités partageant la même passion, un petit *Woods Hole* en quelque sorte. En 1973, la direction de ce laboratoire fut

confiée au Dr Michel Boisson jusqu'en 1978. Mais des choix stratégiques imposèrent d'arrêter définitivement les travaux de ce laboratoire en 1983.

Le Laboratoire de Neurobiologie Moléculaire était un lieu à part. En effet, afin d'étudier des courants de très faible intensité générés par les cellules nerveuses (de l'ordre du nano-ampères, soit 0,000000001 ampères), il fallait protéger les appareils de mesure des rayonnements électriques qui nous entourent. Ainsi, une imposante cabine en bois (3 m sur 3 m et 2,50 m de hauteur), entièrement habillée de plaques de cuivre de 3 mm d'épaisseur trônait au centre du laboratoire. À l'intérieur de la cage, dite de Faraday, se trouvaient les postes opératoires. Ce spectacle baigné par la lumière blafarde des lampes des nombreux amplificateurs de courant amusait le Commandant Jacques-Yves Cousteau qui amenait souvent ses visiteurs dans le « *Laboratoire de Frankenstein* » comme il aimait l'appeler.

De nombreux et importants résultats ont ainsi été obtenus dans ce Laboratoire qui a organisé en 1977 le Congrès international *Abnormal Neuronal Discharges* hébergé par le Musée océanographique de Monaco. Parmi les résultats majeurs, on peut citer la photoexcitabilité des neurones, leurs réponses aux changements de pression partielle des gaz, leur sensibilité à l'hypoxie et à l'hyperbarie, mais aussi les premiers travaux sur l'intervention des canaux calciques dans les phénomènes électriques membranaires ainsi que la capacité des neurones à s'adapter aux variations saisonnières de température (début de l'écophysiologie), leur sensibilité à diverses substances polluantes (début de l'écotoxicologie) ou encore la démonstration de la diffusion intracellulaire des neurotransmetteurs et leur faculté de modifier la réponse électrique des neurones, premier pas vers la mémoire cellulaire qui aboutira à l'attribution en 2000 du Prix Nobel de Médecine à Éric Kandel pour ses travaux sur les mécanismes cellulaires de la mémoire.

## **V - L'Unité de Chimie du Laboratoire de Microbiologie et d'études des Pollutions Marines**

Face aux problèmes du devenir en mer des détergents, un programme de Chimie est initié en 1973 au sein du Laboratoire de Microbiologie et d'études des Pollutions Marines. Ce programme sera confié au Dr Jean-Claude Panizzi. Après le départ de ce dernier pour la recherche pharmaceutique privée, le Dr Roland Pucci, secondé par Claude Emery, le remplacera jusqu'en 1980.

Les années 1974-1980 ont été mises à profit pour déterminer, sous les directives du professeur Raymond Vaissière, les substances à analyser, pour évaluer les méthodes d'analyse et retenir les plus adéquates, voire les imaginer. Car un problème de taille s'est posé dès le départ. En septembre 1973, le professeur Vaissière attirait l'attention du Président Arthur Crovetto sur un point capital : « *les premiers résultats obtenus par le laboratoire montrent que les méthodes d'analyse utilisées jusqu'à ce jour pour mettre en évidence les détergents, dans les effluents ou dans les zones de diffusion, s'appliquent peut-être aux eaux douces, mais ne sont pas satisfaisantes en ce qui concerne les eaux de mer* » (courrier du professeur Vaissière au Président Crovetto, daté du 20 septembre 1973).



Le laboratoire de Chimie installé au sein du Musée océanographique.

Aussi les efforts du laboratoire de chimie ont-ils porté sur l'adaptation à l'eau de mer des techniques de mesure pratiquées en eau douce. Les premiers travaux ont consisté à mesurer les détergents (tensio-actifs anioniques) par spectrophotométrie d'absorption atomique. Cette méthode a ensuite été réservée à la détermination des métaux lourds dans l'eau de mer. Par la suite l'expérience acquise dans un service de chimie clinique (C.H.U. de Nancy) a conduit le laboratoire à utiliser la technique des analyseurs à flux continu pour déterminer les tensio-actifs anioniques puis les « sels nutritifs » par ce procédé au cours duquel les opérations ne sont pas conduites de manière discontinue (pesée, mélange, filtration, lecture) mais continue. Ces travaux ont été conduits en relation avec divers laboratoires universitaires (Pr Tréguer et Pr Le Corre, Université de Bretagne occidentale) et centres de recherche privé (Dr Bonnafe, Laboratoires d'essais de TECHNICON à Genève).

Ainsi, en 1981, l'activité en routine du laboratoire de chimie était la suivante :

- détermination du plomb, du zinc et du mercure dans l'eau de mer (éléments présents naturellement à l'état de traces, mais dont l'augmentation de concentration signe une pollution) par spectrophotométrie d'absorption atomique.
- détermination des « sels nutritifs » dans l'eau de mer (phosphates, silicates, nitrates, nitrites qui sont des éléments naturellement présents dans l'eau de mer mais dont les concentrations sont significativement différentes d'une zone géographique, d'une profondeur et d'une saison à l'autre). Il est ainsi possible de réaliser un diagnostic de bonne santé des eaux étudiées par les méthodes colorimétriques automatisées.
- détermination des détergents (tensio-actifs anioniques, éléments qui peuvent s'observer à l'état naturel mais le plus souvent indicateurs d'une pollution) par voie automatisée. La méthode développée au laboratoire du C.S.M. par le Pr Vaissière et le Dr Pucci a fait l'objet de publications et de conférences. L'ensemble de ces mesures ont permis la mise en œuvre des bilans côtiers monégasques, de constituer le point d'appui d'extrême sud-est du Réseau national d'observation de la qualité du milieu

marin français (R.N.O.) et d'assurer des missions en collaboration avec divers instituts tels le laboratoire de géodynamique de Villefranche-sur-mer (Dr François Fernex, CNRS) ou l'ORSTOM (Dr Varlet, évaluation des ressources en poissons pélagiques des eaux sychelloises). Il est à noter que l'exemple monégasque a imprégné les analyses du R.N.O. Ainsi, dans le document de synthèse du R.N.O. publié en 1999, l'éditorial de présentation de Bruno Barnoin, Directeur de l'Environnement et de l'Aménagement littoral de l'Institut français de recherches pour l'exploitation de la mer (IFREMER) commençait ainsi : « *Jusque dans les années 70, l'observation des eaux côtières a procédé par campagnes ponctuelles, dans la digne tradition des Princes de Monaco* ».



Le Dr Roland Pucci sur Le Ramoge au cours d'une campagne de prélèvement d'eau profonde.

En 1981, une restructuration des laboratoires a lieu pour faire face à l'accroissement des activités dans le domaine des pollutions marines. Dans le cadre de cette restructuration, une unité de chimie a été créée. La responsabilité de cette unité a été confiée au docteur André Veglia. Les docteurs Roland Pucci et Yolande Thommeret, suite à l'arrêt des activités du Laboratoire de Radioactivité Appliquée dont elle était responsable, ont été chargés de le seconder.

Entre 1982 et 1990, les activités de l'unité de chimie ont été principalement orientées dans les directions suivantes :

- la poursuite de la surveillance, déjà commencée les années précédentes, de la qualité chimique de l'eau de mer dans la baie de Monaco et dans la région côtière avoisinante par la participation au Réseau National français d'Observation de la qualité du milieu marin (R.N.O.),
- la participation à un programme d'étude océanographique du Canal de Corse (financé en partie par la Communauté Économique Européenne),
- la participation aux travaux techniques relatifs aux campagnes océanographiques effectuées dans le cadre de l'Accord RAMOGE (accord franco-italo-monégasque de lutte contre la pollution du milieu marin dans une zone située entre Marseille et La Spezia).

Le Centre Scientifique de Monaco a constitué depuis 1974 un point d'appui du R.N.O. français. Des prélèvements périodiques d'eau de mer, en surface et en profondeur, ont eu lieu au niveau de cinq stations fixes situées entre Menton et Villefranche-sur-mer comprenant un point témoin situé au large de la baie de Villefranche. Les prélèvements ont été effectués selon une périodicité mensuelle au début et à la cadence de huit prélèvements par an par la suite. Les échantillons ont été analysés par les laboratoires du Centre Scientifique et les résultats des analyses ont été transmis à l'IFREMER, organisme en charge du R.N.O..Après la restructuration du Centre Scientifique effectuée en 1990, ces programmes ont été poursuivis par les services administratifs de la Principauté en charge de l'environnement : Office Monégasque de l'Environnement en 1991, puis Service de l'Environnement de 1992 à 1998, Direction de l'Environnement, de l'Urbanisme et de la Construction (D.E.U.C.) de 1999 à 2007. La Direction de l'Environnement, créée début 2008, est actuellement en charge de la surveillance de la qualité des eaux côtières.

La participation au R.N.O. français a cessé en 1999, portant à vingt-six ans la durée de la contribution de la Principauté de Monaco aux activités de cet organisme, cette contribution ayant principalement été réalisée grâce à la participation active de Roland Pucci.

## **VI - L'Unité de Chimie : précurseur de la mesure de la qualité de l'environnement à Monaco**

En plus de ses nombreuses activités de surveillance et de recherche, l'Unité de Chimie du Centre Scientifique a apporté sa contribution à différents programmes d'études concernant l'environnement de la Principauté de Monaco. Ainsi, dans le cadre de l'étude du bassin versant de la Principauté et des apports d'origine tellurique parvenant en baie de Monaco, une recherche effectuée de 1988 à 1990 et financée par le Service des Travaux Publics de la Principauté a porté sur les quatre torrents qui ont leur origine en France et qui traversent la Principauté avant de parvenir dans le port Hercule ou dans la baie (torrents de Sainte Dévote, de la Rousse, de la Noix et de Saint Roman). Des prélèvements périodiques suivis des analyses physico-chimiques et biologiques ont été effectués dans les eaux de ces torrents au niveau de leurs embouchures selon une fréquence mensuelle et des débitmètres ont été placés en ces lieux afin de pouvoir évaluer les charges polluantes parvenant en mer.

A la suite de l'accident de Tchernobyl en avril 1986, le Gouvernement Princier décida de réactiver en partie les activités du Laboratoire de Radioactivité Appliquée qui avaient été mises en sommeil à la fin de l'année 1982. C'est ainsi que l'Unité de Chimie fut équipée d'un matériel d'analyse moderne permettant la détermination des activités de la plupart des radioéléments dans les échantillons de l'environnement. Le Dr Yolande Thommeret, chargée de ce programme, réalisa de 1988 à 1992 de nombreuses analyses de radionucléides naturels et artificiels (comme le césium-137) dans divers échantillons de l'environnement : poussières atmosphériques collectées par un préleveur d'air à grand débit installé sur la terrasse du Musée océanographique, eau de pluie, plantes, sédiments marins, etc. Par la suite, les analyses de poussières atmosphériques et d'eau de pluie ont été poursuivies jusqu'en 1996 par le Dr André Veglia dans le cadre du Service de l'Environnement.

Par ailleurs, compte tenu de l'importance de plus en plus grande accordée à la surveillance de la pollution atmosphérique, une étude des variations de la concentration de certains polluants (métaux lourds et HAP) dans les poussières atmosphériques prélevées sur la terrasse du Musée océanographique a été effectuée de 1988 à 1990 par Claude Marmenteau et André Veglia. Cette étude peut être considérée comme le prélude à la mise en place à Monaco, à partir de 1991, d'un réseau de surveillance de la pollution atmosphérique dont le fonctionnement s'est poursuivi sans interruption jusqu'à nos jours.



Le Dr André Veglia (assis) entouré de Claude Marmenteau et du Dr Michel Boisson (à droite) au cours d'une expérience.

Enfin, de 1983 à 1989, une collaboration a eu lieu entre le C.S.M. et le Laboratoire de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique. Cette collaboration entre les deux organismes a porté sur le traitement statistique des données issues des comparaisons interlaboratoires organisées par le Laboratoire de l'AIEA. Ces intercomparaisons réalisées soit à l'échelle mondiale (portant alors fréquemment sur une centaine de laboratoires), soit à une échelle plus réduite (concernant les laboratoires méditerranéens participant au programme MEDPOL - Phase II) avaient pour objet la détermination de certaines substances (métaux en traces, composés organochlorés, radioéléments) dans des échantillons homogénéisés de l'environnement marin (moules, poissons, sédiments, plantes marines, etc.). Ces comparaisons interlaboratoires ont été pour la plupart à l'origine de la production de matières de référence certifiées que les laboratoires peuvent utiliser afin de vérifier la qualité de leurs analyses. Certaines de ces matières de référence produites à cette époque sont encore utilisées de nos jours.

## VII - L'unité d'Océanologie - Biologie du Laboratoire de microbiologie et d'étude des pollutions marines

Dès les années 1950, le Prince Rainier III était préoccupé par les risques que les perturbations induites par les activités humaines faisaient courir aux océans et plus particulièrement dans les zones côtières. En 1956, son élection à la présidence de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée (C.I.E.S.M.) lui permet de développer sa vision pour la protection du milieu marin.

En 1975, il met à la disposition du C.S.M. le bateau laboratoire *Ramoge* et charge cet établissement de proposer et réaliser un programme national d'étude de la pollution marine des eaux côtières monégasques. Le professeur Raymond Vaissière et le Dr Michel Boisson sont chargés d'élaborer ce programme.

Dans les années 1980, les principales préoccupations de la recherche océanographique était de simuler le fonctionnement des écosystèmes marins pélagiques et benthiques afin de comprendre les modifications induites par les activités humaines. Le programme du laboratoire de microbiologie et d'étude des pollutions marines du C.S.M. mis en œuvre par l'action concertée de ses trois unités de recherche avait pour objectif principal de répondre à ces problématiques en prenant comme modèle un écosystème côtier semi-fermé, la « Mer de Monaco », nom de la zone côtière entre le Cap-Martin et le Cap-d'Ail du temps du Prince Albert I<sup>er</sup>. L'objectif de ce programme était donc, en s'appuyant sur les caractéristiques géomorphologiques de cette zone, d'en déterminer ses spécificités hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques naturelles pour en établir un ou des modèles



Le Dr Michel Boisson, sur le pont du *Ramoge*, récupérant à bord un prélèvement d'eau profonde.

mathématiques de fonctionnement, puis d'en identifier et quantifier l'importance des apports extérieurs au système. L'élaboration de ce modèle pouvait s'appuyer au plan historique sur les observations régulières en mer de Monaco réalisées à l'initiative du Prince Albert 1<sup>er</sup> par le Musée océanographique entre 1907 et 1914 ainsi que sur les recherches en haute mer de l'Observatoire de Villefranche-sur-mer sur la mer Ligure.

Le programme, baptisé Hercule, progressivement mis en place entre le Cap-Martin et la Pointe des Douaniers, s'appuyait sur des observations et analyses réalisées à des stations de prélèvements fixes réparties suivant un quadrillage fin et régulier de la baie et une station témoin au large à 5 milles du Cap-Ferrat. Il a été complété par des campagnes de mesure des courants en divers points de la baie. C'est ainsi qu'une petite équipe d'une dizaine de personnes, techniciens, scientifiques et chercheurs n'ayant pas toujours une formation à l'océanographie, mais tous volontaires et passionnés par leur travail, ont pu décrire par des observations hebdomadaires, puis bimensuelles la circulation des eaux superficielles, les variations annuelles et sur plusieurs années des caractéristiques physico-chimiques et biologiques de la mer de Monaco ainsi que les interactions entre les systèmes pélagiques et benthiques. En complément, les régimes d'apports directs en eau douce au système et indirects par les fleuves côtiers voisins (Roya et Var) ont été précisés par les campagnes à la mer réalisées par l'accord Ramoge. L'ensemble de ces recherches a servi de base à l'élaboration des modèles numériques récents utilisés par le Gouvernement monégasque pour son aménagement côtier.

## VIII - Le Ramoge et l'Accord Ramoge

Quel rapport existe-t-il entre *Le Koralon* superbe cabin-cruiser de 22 m, équipé de deux moteurs de 750 CV chacun, armé pour la plaisance, croisant sur la mer des Caraïbes et *Le Ramoge*, bateau-laboratoire du Centre Scientifique de Monaco ? Il s'agit en fait du même bâtiment !

Étonnant ? Alors un peu d'histoire.

1974 est une année d'intense activité au cours de laquelle le Centre Scientifique de Monaco, sous l'impulsion du Prince Rainier III, sert de locomotive pour entraîner les voisins français et italiens dans la grande aventure voulue par le Prince : la protection du littoral méditerranéen entre Saint-Raphaël, Monaco et Gênes. C'est le « projet » RAMOGE, qui a vocation à servir de modèle. Ce projet, annoncé dès 1970, à la réunion de la C.I.E.S.M. à Rome, allait être concrétisé par la signature de l'Accord RAMOGE en 1976 afin que cet espace maritime constitue une zone pilote de prévention et de lutte contre la pollution du milieu marin. Certes, le Centre Scientifique, grâce aux excellentes relations qu'il entretient avec « son aîné » le



*Le Ramoge*, navire océanographique du C.S.M. de 1975 à 1990, commandé par le Capitaine Léon Gallinari (marins : Jean-Claude Terranova ; Roger Fiquet-Albin), ici dans le port de Monaco.



Le Prince Rainier III à bord du *Ramoge*, navire océanographique du C.S.M., en compagnie du Pr Raymond Vaissière, Directeur Scientifique du C.S.M. et du Commandant Jean Alinat, Directeur Adjoint du Musée océanographique.

Musée océanographique, a la possibilité de conduire ses premiers prélèvements à bord du N.O. *Winaretta Singer* et de *La Physalie*, mais un travail océanographique en zone littorale nécessite, pour une grande efficacité, de disposer de son propre bateau et de son équipage, prêts à tout instant à prendre la mer. Le 9 décembre 1974 le Prince Rainier III, Président de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée (CIESM) déclare lors de la séance d'ouverture : « Grâce aux nombreux dons personnels que j'ai reçus à l'occasion des 25 ans de mon règne, j'ai pu mettre à la disposition du Centre Scientifique un bateau, qui sera aménagé en bateau-laboratoire. Le démarrage de cette action locale est imminent ». Et c'est ainsi que le Souverain met *Le Koralon*, son cadeau de Jubilé, à la disposition du Centre Scientifique, après s'être assuré que les modifications nécessaires à sa transformation en bateau-laboratoire sont réalisables. Elles le sont. La luxueuse chambre à coucher-salon, située à l'arrière du navire, est démontée sans états d'âme pour laisser la place à un vaste et confortable laboratoire de 10 m<sup>2</sup>. Les plans de travail (les « paillasse » dans le jargon des scientifiques) sont nombreux et prêts à recevoir les divers appareils de prélèvement et d'analyses. Une ouverture met en communication le laboratoire et la plage arrière du bateau. La partie centrale est constituée par le poste de commandement



Le Dr Roland Pucci répond aux questions du Prince Rainier III sur le fonctionnement des analyseurs automatisés installés à bord du *Ramoge* et sur le mode de prélèvement de l'eau de mer qui les alimente. À droite, le Commandant Gervais de Lafond, aide de camp du Prince.



### ■ Les méthodes d'étude de la colonne d'eau

L'essentiel des travaux du C.S.M. a concerné ce que les océanographes nomment la colonne d'eau, c'est-à-dire le volume d'eau compris entre la surface et le fond sur une surface donnée. Comment l'équipe à bord du *Ramoge* opérait-elle ? Depuis l'époque du Prince Albert I<sup>er</sup>, le procédé fondamental n'a pas changé : un cylindre ouvert à ses deux extrémités est fixé à un câble et immergé à la profondeur souhaitée. Une masselotte coulissant sur le câble (le messenger) vient percuter un mécanisme qui obture les deux extrémités. Le cylindre est remonté et son contenu analysé sur le bateau ou transféré dans les flacons appropriés qui seront transportés dans le laboratoire terrestre pour les analyses chimiques et bactériologiques. Le cylindre porte le nom de « bouteille de prélèvement » et la toute première bouteille utilisée au C.S.M. était celle qui fonctionnait déjà à bord du navire du Prince Albert I<sup>er</sup> !

Un autre appareil qui s'est trouvé à bord du *Princesse Alice II* du Prince Albert I<sup>er</sup> a repris du service à bord du *Ramoge*. Il s'agit d'un dispositif d'une extrême simplicité et qui a toujours son utilité : le « disque de Secchi ». Au XVIII<sup>e</sup> siècle, un marin, le Capitaine Bérard, observe un plat de couleur blanche, tombé par dessus bord lors de la vaisselle et prisonnier d'un filet à une profondeur de 40 m. Cette observation a été notée par Arago, puis par le chef de la Marine Pontificale, le Commandant Cialdi qui obtint les services d'un savant et religieux, le Père Secchi, pour en tirer une application scientifique. Les deux hommes organisèrent une campagne pour codifier l'utilisation d'un disque de métal émaillé blanc de 30 cm de diamètre qui permettait - et permet toujours - une excellente appréciation de la transparence de l'eau de mer : le disque est descendu sous la surface de la mer jusqu'à sa disparition aux yeux de l'observateur puis lentement remonté jusqu'à sa réapparition. Cet équipement de base sera complété par des appareils modernes pour permettre ainsi au *Ramoge* de réaliser un véritable « bilan de santé » de l'eau de mer : analyseurs chimiques automatisés, matériel de mise en culture pour les analyses bactériologiques, ....



Le C.S.M. a été engagé dans de multiples coopérations internationales. A gauche, la sonde « Hydra », prototype d'analyseur séquentiel multiple construit par le Commissariat à l'Energie Atomique français, testé sur *Le Ramoge*. Au centre, le Dr Roland Pucci, réceptionnant par le sabord arrière du *Ramoge* le prélèvement assuré par Claude Emery (photo de droite). Ce prélèvement sera réparti en plusieurs fractions analysées à bord, réfrigérées ou congelées pour analyse ultérieure à terre.



Fond sous-marin typique d'un récif corallien aux Bermudes (coraux mous, coraux durs et gorgones).

## 1990 : Restructuration des Laboratoires du C.S.M.

Les activités de surveillance de l'environnement avaient pris à la fin des années 1980 une grande importance. Devant le haut degré de standardisation atteint par les techniques de mesure des paramètres environnementaux et la forte demande sociétale pour une qualité parfaite de notre milieu de vie, il devenait de plus en plus difficile de concilier recherche et surveillance. Aussi, en 1990, le Laboratoire de Microbiologie et d'études des Pollutions Marines devient le Laboratoire de Surveillance de la Pollution, et passe avec l'Observatoire de Météorologie et de Séismologie du C.S.M. sous le contrôle d'un nouveau service gouvernemental, le Service de l'Environnement. Le Secrétaire Général du C.S.M., Patrick Van Klaveren, est alors chargé d'organiser ce nouveau service de l'État. Le contrôle de la pollution avait quitté le domaine de la recherche pour entrer dans celui des techniques administratives attachées à la vérification des normes de qualité applicables en matière d'environnement.

La même année, la Principauté de Monaco adhère à l'Accord Partiel Ouvert « EUR-OPA ». Cet accord, adopté le 20 mars 1987 par une résolution du comité des ministres du Conseil de l'Europe avait pour objectif principal de dynamiser la coopération entre les États membres, en faisant appel à toutes les ressources et connaissances actuelles, afin d'assurer, face aux risques naturels et technologiques majeurs, une prévention, une protection et une organisation des secours plus efficaces. Suite à son adhésion à cet accord, la Principauté de Monaco crée au sein du Centre Scientifique de Monaco, l'Observatoire Océanologique Européen, dont la direction était confiée au Pr Jean Jaubert. Cet observatoire recevait alors pour mission de développer des recherches ayant pour objectifs la prévention des risques écologiques majeurs et la régénération des milieux dégradés. L'objectif proposé était alors d'étudier l'effet des modifications climatiques sur les écosystèmes coralliens. Ces derniers avaient été choisis en raison de leur rôle majeur dans le cycle global du carbone et du calcium à l'échelle planétaire, et de leur sensibilité particulière aux changements climatiques qui se manifestait par le phénomène de blanchissement et qui pouvait constituer un signal précoce d'alerte. Afin d'étudier les coraux de façon intégrée, du gène à l'écosystème, une équipe de Physiologie, complétée

en 1993 par une équipe d'Écophysiologie, constituera la base du fonctionnement de ce nouveau laboratoire.

Suite à la prolifération en Méditerranée de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia*, une équipe d'Écologie expérimentale dédiée spécifiquement à ce problème, compléta transitoirement les recherches coralliennes. Un spécialiste australien, le Dr John Chisholm, fut chargé de ce programme placé sous la direction du Pr Jean Jaubert.

Depuis 2001, sous la direction du Pr Denis Allemand, les activités du C.S.M. ont été recentrées autour des mécanismes de la Biominéralisation et de la Symbiose Marine, avec pour principal objet d'étude les coraux constructeurs de récifs, le corail rouge de Méditerranée et les organismes apparentés (coraux profonds, gorgones, anémones de mer...).

Aujourd'hui le C.S.M. est connu dans le monde entier par la qualité de ses travaux et l'originalité de ses approches. Ce qui fait toujours du C.S.M. un laboratoire unique au monde, c'est l'association dans un même lieu, de coraux en parfaite santé cultivés dans des conditions contrôlées depuis plus de 20 ans, d'un laboratoire parfaitement équipé avec du matériel d'investigation moderne et d'une équipe de chercheurs compétents.



Le Pr Denis Allemand, directeur scientifique du C.S.M., au cours de la table ronde sur le développement durable en Méditerranée, organisée au Musée océanographique en présence de S.A.S. le Prince Albert II.

## **I - La Recherche au C.S.M. : pourquoi étudier les écosystèmes coralliens ?**

Planète bleue : telle est la terre vue de l'espace avec 71% de sa surface couverte par de l'eau salée. Parmi cet espace, les zones côtières représentent moins de 10% de la surface totale des océans, et pourtant elles hébergent 98% de toutes les espèces marines ! Ces quelques chiffres montrent tout l'intérêt de cette fine interface entre terres et mers. Malheureusement, par sa position, la zone côtière est soumise à un fort impact anthropique puisque 60% de la population mondiale habite près des côtes et y déverse ses déchets. De plus, au-delà de cet impact local, la zone côtière, comme les eaux du large, sont soumises aux effets des changements climatiques dont les répercussions sont encore mal appréhendées : les deux changements environnementaux majeurs, l'acidification des eaux et l'augmentation de la température sont en train de modifier la répartition des espèces, du plancton aux mammifères marins.

Au sein des zones côtières, les récifs coralliens tropicaux et le coralligène tempéré sont considérés comme les écosystèmes marins les plus productifs et comportant la plus forte biodiversité de la planète. On estime en effet que les récifs coralliens, dont la surface correspond à peine à 0,16% de la surface totale des océans abritent au moins 30% de toute la faune marine connue à ce jour (soit 93 000 espèces décrites dans les récifs sur un total de 274 000 espèces marines connues). Ce nombre, sûrement très sous-estimé, montre clairement que cet écosystème représente l'équivalent marin des forêts tropicales. Les récifs coralliens constituent une source de revenus pour de nombreux pays (la vie d'un demi-milliard d'êtres humains en dépend), une protection physique des côtes contre l'érosion, mais également une source largement inexplorée de molécules d'intérêt pharmacologique et de modèles biologiques. Cependant, les changements climatiques, l'urbanisation et la pollution commencent à menacer sérieusement cet écosystème aussi bien en zone tropicale (phénomène de blanchissement des coraux) qu'en zone méditerranéenne (phénomène de mortalités massives des gorgones, corail rouge et autres Cnidaires).

Les coraux constituent en fait un groupe très varié d'organismes incluant les coraux constructeurs de récifs (ou coraux scléactiniaires) et leurs cousins des régions tempérées, le corail rouge de Méditerranée et les gorgones. La répartition des récifs de surface est souvent dépendante de la lumière, alors que les récifs de coraux profonds, s'étendent jusqu'à 1000 m de profondeur et sont complètement indépendants de ce facteur.

## **II - La Physiologie corallienne**

À la fin des années 1980, deux chercheurs du C.S.M., les Drs Marie-Christine Grillo et Denis Allemand, avaient constitué une petite équipe de Physiologie dédiée à l'étude du corail rouge de Méditerranée. Tout naturellement, cette équipe constituera le noyau de base du nouveau C.S.M. Devant l'originalité de ses travaux et le développement de techniques de culture des coraux en milieu contrôlé sous



Missions de terrain : le C.S.M. participe, avec une centaine d'autres prestigieux laboratoires, à la mission *Tara*, dont l'objectif ambitieux est d'établir un véritable inventaire de la biodiversité marine et de son état de santé. Dans ce cadre, les chercheurs du C.S.M. récoltent des échantillons pour déterminer l'évolution du taux de croissance des récifs coralliens depuis ces 50 dernières années. Le C.S.M. organise également d'autres missions de terrain : culture *in situ* en vue de repeuplement de zones dégradées, carottage de coraux massifs pour des mesures de paléocéanographie, mesure d'activités photosynthétiques *in situ* à l'aide d'un PAM-Fluorimètre.

l'impulsion du Pr Jean Jaubert, des doctorants de différentes nationalités rejoignent le C.S.M. Après le départ en 1992 du Dr Marie-Christine Grillo, le Dr Denis Allemand assure seul la direction de cette équipe jusqu'en 2003, date à laquelle il est remplacé par le Dr Sylvie Tambutté.

Afin de comprendre comment les coraux réagissent aux perturbations environnementales pour mieux gérer dans le temps cet écosystème, il est nécessaire de comprendre les mécanismes de bases de leur fonctionnement : comment un médecin moderne soignerait ses patients s'il ne connaissait pas la physiologie humaine ? Tels sont donc les missions de l'équipe de Physiologie du C.S.M.

### ■ La croissance des coraux et des récifs coralliens : un problème de Biominéralisation

La formation d'un squelette de carbonate de calcium est à la base de la croissance des coraux. Alors que l'épaisseur du squelette peut atteindre chez certaines espèces plusieurs centaines de mètres, la partie vivante constituée par les tissus de l'animal ne représente souvent pas plus qu'une fine pellicule de moins d'un millimètre. Comment ces organismes, « mous » à leur naissance, arrivent-ils à élaborer un tel squelette dont la morphologie est génétiquement contrôlée : c'est là l'une des questions fondamentales qui motive les recherches de l'équipe de Physiologie du C.S.M. Pour répondre à cette question, les chercheurs utilisent des techniques variées (biologie cellulaire, physiologie cellulaire, biochimie, microscopie électronique, microscopie confocale, biologie moléculaire, génomique...). Ils ont été les premiers à caractériser l'une des protéines clés dans le processus de biominéralisation : une protéine présente dans la membrane cellulaire des coraux et permettant le passage du calcium de l'eau de mer au squelette. Mais ce squelette n'est pas qu'un minéral : comme tous les biominéraux élaborés par les organismes vivants, il est bâti sur une charpente organique, dont certains composés sont très proches des protéines régulant la formation des os chez l'homme. Ainsi des travaux fondamentaux en Biologie Marine peuvent avoir d'importantes retombées sur la connaissance de la physiologie humaine, concept défendu par le père de la Médecine moderne, le professeur Claude Bernard qui préconisait en 1865 : *« il y a des expériences qui seraient impossibles chez certaines espèces et le choix intelligent d'un animal qui présente une disposition heureuse est souvent la condition essentielle du succès d'un problème physiologique très important... La physiologie comparée est une des mines les plus fécondes pour la physiologie générale ».*

### ■ Bases cellulaires du fonctionnement récifal

Le corail n'est pas seul à assurer le succès évolutif des récifs coralliens : pour cela, il s'est associé avec une algue unicellulaire, la zooxanthelle, qui, au cours d'un processus de symbiose, a été incorporée au sein même des cellules du corail. Ainsi, la croissance des récifs dépend-elle de la lumière. Les chercheurs monégasques ont démontré que cette symbiose a profondément modifié la physiologie de base du corail qui a dû s'adapter au cours de l'évolution à la présence d'une algue dans ses tissus : ainsi par exemple, c'est le partenaire animal qui absorbe activement le gaz carbonique nécessaire à la photosynthèse de l'algue et c'est lui également qui protège son algue du stress oxydant résultant de la production d'oxygène par la photosynthèse. En échange le corail tire bénéfice de la présence de l'algue notamment à travers l'apport de molécules utiles à sa protection contre les rayons ultra-violetts ou de nutriments nécessaires à sa croissance.

Une nouvelle percée vient d'être réalisée par cette équipe grâce au développement d'une technique de mesure des paramètres ioniques de la cellule symbiotique. Pour la première fois au monde, les chercheurs du C.S.M. ont ainsi pu mesurer un élément clé dans la physiologie cellulaire du corail : le pH dans la cellule animale et ses variations en fonction de l'activité photosynthétique des zooxanthelles. Ce résultat, publié dans la prestigieuse revue de l'Académie des Sciences des Etats-Unis, *Proceedings of National Academy of Sciences*, a fait la une de cette publication.

### III - Écophysiologie

En 1993, l'importance prise par les travaux effectués à l'échelle de l'organisme et la nécessité de les intégrer dans le fonctionnement global de l'écosystème conduisent à créer une seconde équipe, travaillant de l'organisme à l'écosystème, l'équipe d'Écophysiologie. Cette équipe complétera ainsi les travaux du gène à l'organisme de l'équipe de Physiologie. Sa direction est confiée au Dr Jean-Pierre Gattuso, alors Chargé de Recherches au CNRS. Il sera remplacé en 2000 par le Dr Christine Ferrier-Pagès. Les travaux de cette équipe visent à mieux comprendre les effets des perturbations climatiques sur les écosystèmes coralliens et à mettre au point des méthodes de détection des stress environnementaux.

#### ■ L'influence des changements climatiques sur le fonctionnement des écosystèmes coralliens tropicaux et méditerranéens.

Depuis ces dernières décennies, les activités humaines et industrielles (pollution, rejet de gaz à effet de serre, urbanisation) ont entraîné des modifications importantes de l'environnement. La planète, et notamment les océans, doivent répondre à une augmentation de la température des eaux, ainsi qu'à une augmentation du gaz carbonique dissous ( $pCO_2$ ) qui entraîne l'acidification du milieu. Les coraux sont durement affectés par ces changements climatiques. Des mortalités massives de coraux et



Prélèvement de coraux profonds au cours d'une mission océanographique organisée par les Aires Marines Protégées sur le navire océanographique de la Comex, le *Minibex*.



Coraux profonds après prélèvement sur le pont du navire océanographique *Minibex*.

gorgones sont observées régulièrement en Méditerranée, notamment en été, lorsque la température des eaux de surface augmente plus que nature pendant de longues périodes. L'équipe d'Écophysiologie étudie les effets des changements climatiques aussi bien en laboratoire que sur le terrain.

### ■ L'utilisation des coraux en tant qu'archives environnementales

La planète Terre a subi des fluctuations climatiques naturelles considérables au cours de son histoire. Cependant, depuis le début de la révolution industrielle, une variabilité climatique liée aux activités humaines est apparue. Tous les spécialistes s'accordent à dire que l'homme a significativement modifié le climat. Il apparaît donc indispensable de connaître l'évolution du climat passé afin d'apprécier plus finement l'impact des activités humaines. L'étude des paléoclimats constitue de ce point de vue une clé dans la compréhension de l'évolution climatique future.

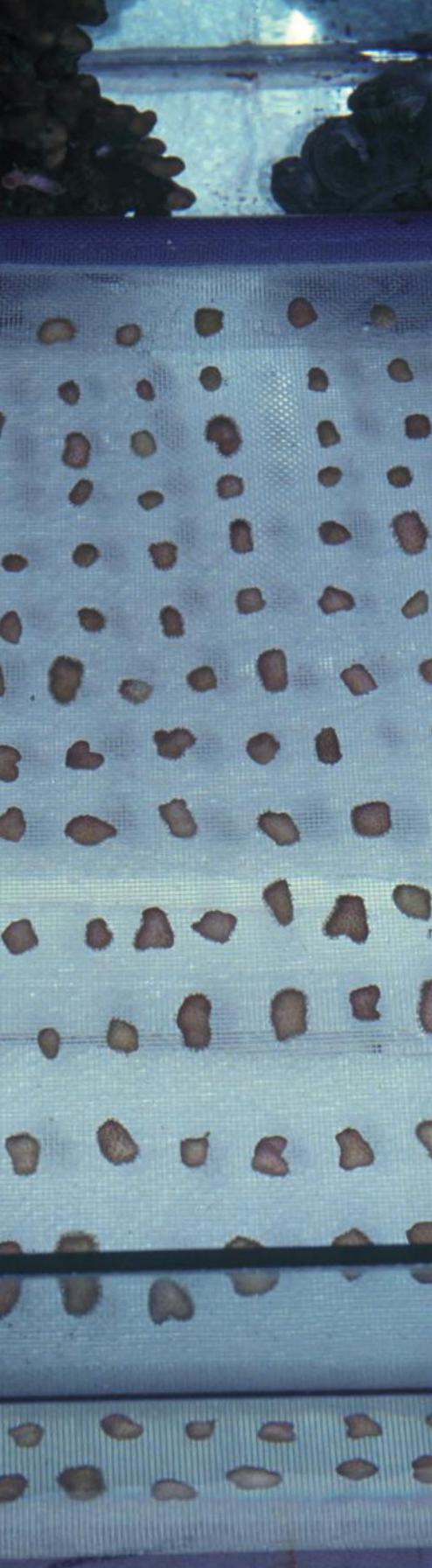
Pour cela, plusieurs « outils » sont à notre disposition : l'étude des cernes des arbres (dendrochronologie), l'analyse des carottes de glace, les foraminifères présents dans les séries sédimentaires et les coraux. En effet, ces derniers construisent un squelette calcaire gardant en mémoire la variation de paramètres comme la température, la salinité, l'éclairement, le pH, la productivité des eaux, les variations du niveau de la mer, ce que l'on appelle paléo-traceurs. Jusqu'à récemment, la majorité des études a été menée dans le milieu naturel, où tous les paramètres environnementaux varient en même temps, ce qui complique le signal. Afin de comprendre les mécanismes contrôlant ces paléo-traceurs il est nécessaire d'étudier séparément l'effet des paramètres de l'environnement. La culture de coraux en aquarium est l'une des solutions à ce problème car il est alors aisé de contrôler tous les paramètres environnementaux, et de n'en faire varier qu'un seul à la fois. Les chercheurs du C.S.M. ont mis au point une technique permettant la culture de coraux sur lames de verre et ont pu tester successivement l'effet de la température, de la lumière, de la nutrition, de la salinité, de la  $pCO_2$  sur les isotopes stables, ainsi que sur les éléments traces incorporés dans le squelette (Sr/Ca, Mg/Ca, B/Ca, Li/Ca, Ba/Ca...).



Prélèvement de coraux profonds au cours d'une mission océanographique organisée par le Pr Tavian sur le navire océanographique italien, *Urania*.



Coraux profonds en stabulation dans le laboratoire du navire océanographique *Urania*.



Culture en conditions contrôlées de microcolonies du corail *Stylophora pistillata*, véritable « rat » de laboratoire des coraux. Les microcolonies sont multipliées en laboratoire par fragmentation d'une colonie mère (bouturage).

### ■ La symbiose corail-dinoflagellés et les différentes voies de nutrition

Les coraux constructeurs de récifs, qui produisent une biomasse considérable dans des milieux définis comme des déserts marins, ont développé des stratégies adaptatives qui leur permettent de tirer profit de sources nutritives très variées. Tout d'abord, la présence au sein du tissu corallien d'une algue symbiotique, la zooxanthelle, leur permet de bénéficier des produits issus de la photosynthèse de leurs symbiotes, principalement des sucres, qui diffuseront dans les cellules animales qui les accueillent. Ces photosynthétats seront alors mis à profit par le corail non seulement pour ses propres besoins énergétiques mais également pour intensifier la production de son squelette calcaire. Ensuite, l'unité de base du corail, le polype, possède des tentacules qui lui permettent de capturer des proies zooplanctoniques qui seront digérées dans sa cavité gastrique. Enfin, le corail dispose de la faculté d'absorber à travers ses membranes des substances dissoutes dans l'eau de mer, parfois présentes à des concentrations très faibles. Parmi ces substances figurent des composés inorganiques, tels que l'ammonium, les nitrates ou les phosphates, qui représentent des sources d'azote et de phosphore pour la synthèse de métabolites qui ne sont pas directement exploitables par les cellules animales du corail. Celles-ci assurent néanmoins leur transport jusqu'aux zooxanthelles qui pourront les utiliser pour la production de biomolécules essentielles à la survie et au développement du corail.

## IV - Un équipement de pointe

Le C.S.M. dispose d'importantes salles de culture d'organismes coralliens et associés. Au-delà des aquariums servant à la culture générale des coraux pour les besoins des chercheurs, le C.S.M. dispose d'importantes capacités de culture en conditions contrôlées (lumière, température, pH, pCO<sub>2</sub>, UV, nutriments...).



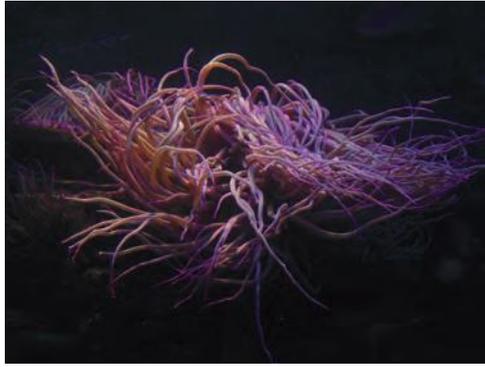
Culture *in vitro* de zooxanthelles, algues symbiotiques vivant à l'intérieur des cellules du corail.



Salle d'expérimentation au sein des laboratoires du C.S.M.



Culture de coraux en conditions contrôlées dans les laboratoires du C.S.M. Une quarantaine d'espèces y sont reproduites de façon asexuée.

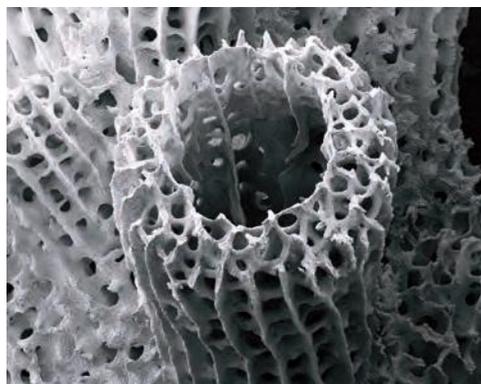
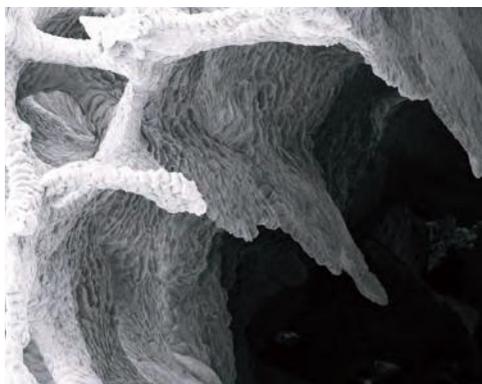
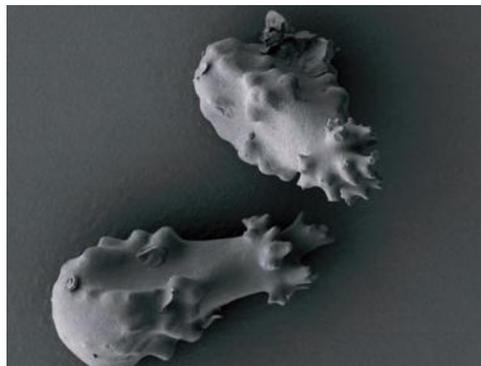


Environ 1 500 espèces de coraux sont actuellement connues. Chacune de ces espèces possède ses propres caractéristiques.

Le C.S.M. dispose par ailleurs d'équipements scientifiques permettant d'étudier les divers aspects du métabolisme des organismes aussi bien en laboratoire que sur le terrain (respiration, photosynthèse), de leur physiologie (mesures de flux isotopiques, compteur à scintillation liquide de radioactivité, PAM fluorimétrie...). Il dispose également des outils pour réaliser des études biochimiques (séparation de molécules, électrophorèse...), moléculaires (clonage et séquençage de gènes), ou histologiques (microscopie photonique, microscopie confocale, épifluorescence...).



L'observation microscopique tient une large part dans l'étude des coraux. Celle-ci peut-être effectuée à l'aide de microscope optique (un microscope à fluorescence en haut, à droite). L'observation à l'aide d'un microscope électronique (réalisée au Centre Commun de Microscopie Appliquée de l'Université de Nice-Sophia Antipolis) permet l'analyse au niveau micrométrique (images de squelettes coralliens en microscopie électronique à balayage).





# 2010 : l'ouverture à l'Économie environnementale et au Biomédical

## **I - Économie et Biologie : un mariage de raison**

La déclaration de Monaco, élaborée à la demande de S.A.S. le Prince Albert II suite à la tenue en Principauté du Second Symposium International sur les Océans dans un monde riche en CO<sub>2</sub> organisé par l'UNESCO, a été signée par 155 scientifiques appartenant à 26 nations. Parmi les recommandations de cette déclaration, un rapprochement entre économistes et scientifiques était préconisé. C'est dans le but de répondre à cette attente que le Centre Scientifique de Monaco s'est associé à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (A.I.E.A.) pour créer un groupe de travail intitulé : *The Monaco Environment and Economics Group*.

En effet, les résultats scientifiques accumulés par ces deux institutions sur les problèmes liés à l'acidification des océans doivent maintenant pouvoir être « traduits » en termes utilisables par les décideurs politiques. Seule une évaluation précise des conséquences économiques des changements climatiques en milieu marin, réalisée en concertation étroite avec les équipes scientifiques pourra permettre d'instaurer ce dialogue et d'établir des recommandations rigoureuses. C'est la raison qui a conduit à ouvrir le C.S.M. à l'économie environnementale afin d'associer étroitement les chercheurs biologistes et les économistes sous la conduite du Dr Nathalie Hilmi.

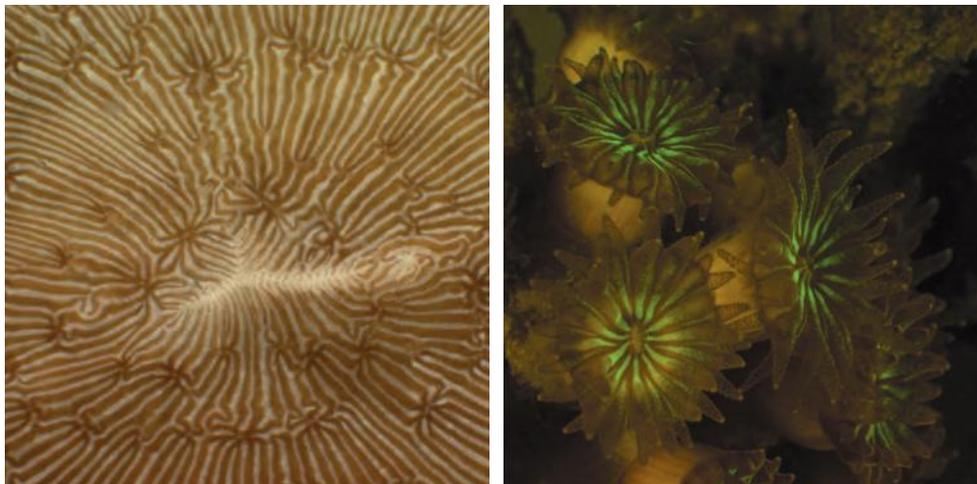
## **II - Biomédical : Recherche clinique et Recherche fondamentale**

Assurer l'excellence des soins dispensés en Principauté est un des souhaits prioritaires du Souverain mis en œuvre par le Gouvernement Princier. Or la modernité, la qualité, le progrès et la sécurité des soins dépendent de l'association des soins et de la recherche médicale. Il n'y a pas de soins innovants et modernes sans participation active des médecins à la recherche. La prise en charge des maladies les plus graves, des maladies émergentes, des maladies rares et surtout des multi-pathologies si

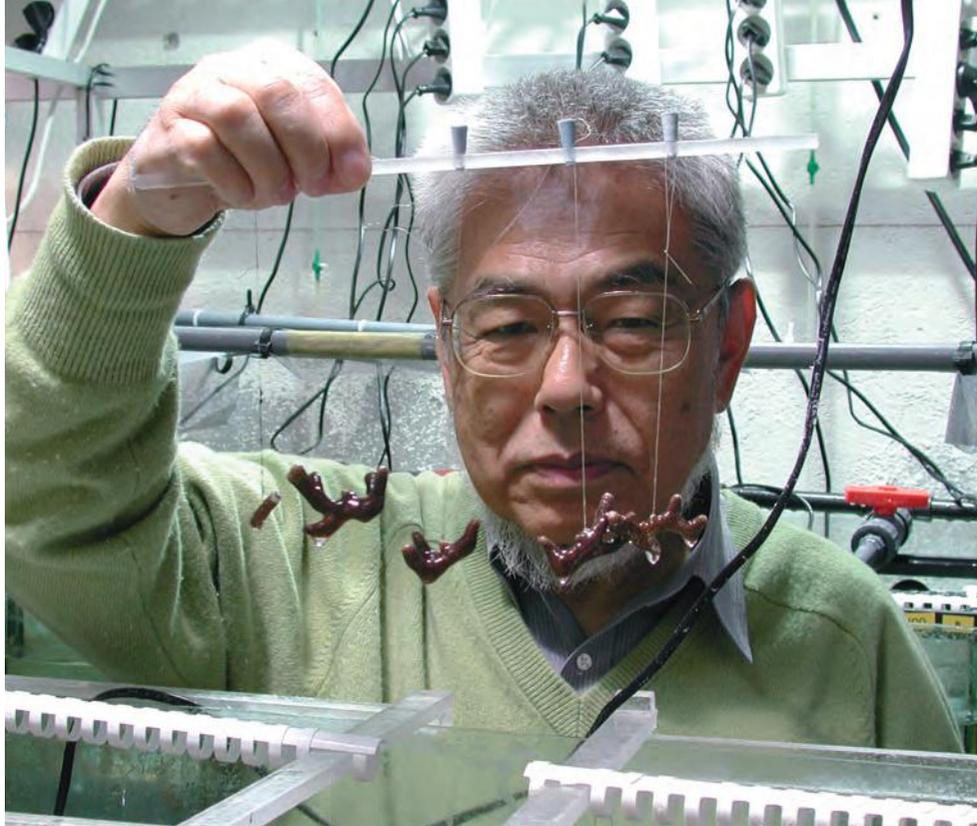
fréquentes aujourd'hui, et *a fortiori*, la participation directe aux progrès de la médecine et la mise en œuvre des nouvelles thérapeutiques complexes qui apparaissent désormais chaque jour, ne sont optimales que là où la recherche médicale est étroitement associée aux soins.

Fort de ce constat, le C.S.M. a été depuis 2009 chargé, en partenariat avec les établissements de soins de la Principauté (CHPG, IM2S, CCT) et l'ensemble des professions de santé, de piloter en Principauté une activité de recherche Biomédicale. Ce nouveau domaine de compétence du C.S.M., qui bien sur est indissociable du projet de reconstruction du Centre Hospitalier Princesse Grace, participe à l'ambitieux programme d'excellence que le gouvernement souhaite offrir à la population monégasque.

L'action du C.S.M. s'accomplit sur deux plans. D'une part, il incite les acteurs de santé de la Principauté à participer à des appels à projets de recherche clinique : dans ce programme, le C.S.M. accompagne et favorise la mise en œuvre des démarches d'évaluation des nouveaux procédés diagnostiques et thérapeutiques, si possible sur un plan collaboratif. À côté de cette recherche clinique, le C.S.M. soutient la création, à proximité du CHPG, d'une Unité de recherche « translationnelle », c'est-à-dire plus fondamentale, mais appliquée directement et immédiatement au service des patients. Cette recherche, qui sera conduite en partenariat avec l'Université de Nice dans le cadre de l'INSERM, sera pilotée au travers de thèmes soigneusement sélectionnés et de programmes réservés.



Détails de coraux constructeurs de récifs.



Le Pr Kozi Asada (Université de Fukuyama, Japon), éminent spécialiste du stress oxydant inspectant les cultures de coraux du C.S.M.

### III - Ils ont dit du C.S.M....

À l'occasion du cinquantenaire du C.S.M., différents chercheurs nous ont fait part de leurs commentaires...

Professeur Ove Hoegh-Guldberg, directeur du Centre d'Études Marines à l'Université du Queensland, Centre d'excellence sur les Coraux (Australie) :

*...It must be superb to belong to an institution that remains so excellent and viable after so many years of operation, and one which continues to make such tremendous contributions to our understanding of the world's oceans. It is very clear that the original vision and aspirations of his Highness Prince Rainier III has been amply fulfilled. I think you can be proud of the tremendous discoveries that you and your colleagues have made. Starting with some of the first radioisotope studies on marine organisms in the 1960s to today's leadership in the area of understanding biomineralisation and ocean acidification, the Centre has continued to maintain a distinguished research track record of discovery and influence. It is also notable how many leading scientists have been associated with the Centre, either as resident or visiting experts, students and post-doctoral fellows. The list is impressive and long, and demonstrates the central role that the Monégasque laboratories play for coral biologists.*

Professeur Virginia Weis, Département de Zoologie, Oregon State University (U.S.A.) :

*... In my field of coral biology, C.S.M.'s research programs are regarded extremely highly - as a place for unrivaled research on coral calcification, symbiosis and ecophysiology. For its small research group size, its reputation is outsized. During my visit, I remember being surprised at how much top notch research had come out of such a compact space housing such a small group of people. The superior reputation has been built by pushing the frontiers of coral biology, attacking difficult problems with careful cutting edge work and following through on these projects by publication in the highest quality journals. In addition, the research group has a strong record of sponsoring visiting researchers and training young investigators from all over the world. They all come to work with the tight knit C.S.M. research group, take advantage of the unrivaled coral culture facilities and enjoy the unique experience of working in Monaco... Reasons for the strong success of the research programs include a deep understanding of the larger fields of biomineralization and symbiosis, investment into modern equipment and technologies that have enabled pioneering genomic, cellular and physiological studies of corals, and finally a sharp focus and understanding of the defining, important questions in the field...*

Professor David May, Directeur Général de l'Australian Institute of Marine Biology (Townville, Australie) :

*... The quality of the research effort at the Scientific Centre of Monaco is leading edge in the fields of tropical and Mediterranean corals, biomineralization and symbiosis at the cellular and molecular level. The biotechnology laboratories were very well equipped and will be further enhanced by the planned move to modern designed laboratories more suitable to current molecular biology laboratory lay-out and standards. The research programs... in biomineralization, calcification, symbiosis and coral bleaching is well known throughout the global marine science community and well recognised by publication in some of the most highly regarded peer-reviewed scientific journals. Research outcomes at the Centre offer insightful understanding in the mechanism of calcification within the coral and the molecular and physiological basis of ion transport and deposition of the organic matrix. This knowledge will be critical to the full understanding of what impacts the increasing levels of global atmospheric carbon dioxide and its dissolution into the world's oceans - often termed 'ocean acidification' - will have on corals and whether they can readily adapt to such changes.*

Professor Jonathan Erez, professeur de Géologie, Institute of Earth Science, Hebrew University of Jerusalem (Israël), ancien directeur de la Station Marine d'Eilat (Mer rouge) :

*... I have worked in many marine laboratories including Bermuda, Jamaica, Lizard Island in Australia and Coconut Island in Hawaii. Furthermore, I have worked more than 8 years at the Hebrew University's laboratory in Eilat and I was the Scientific Director of this research laboratory between 1996 and 2000. During all this time I have never seen such an excellent laboratory as you are directing at the C.S.M.. It is hard to believe that away from the tropics in this most impressive building of the Oceanographic Museum hides perhaps the best coral reef research laboratory in the world. The team of young scientists and the dedicated and skillful technicians that you were recruiting are truly*

*outstanding. The ability to maintain and reproduce corals in good health, far away from their original waters is a real miracle. The long scientific tradition of C.S.M. and the professionals at the nearby Aquarium are also part of this success. ... The ability of corals and reefs to survive in view of atmospheric CO<sub>2</sub> increase, ocean acidification and global warming are perhaps the most important global environmental issues today. Your laboratory in Monaco plays a major role in providing answers to these hot scientific issues.*

Professeur Bernard Salvat, professeur émérite à l'École Pratique des Hautes Études (EPHE), fondateur du CRILOBE Moorea, Past president de l'International Society for Reef Studies (ISRS), Past president de l'International Coral Reef Initiative (ICRI) :

*A l'occasion du cinquantenaire du Centre Scientifique de Monaco, permettez moi de vous dire combien au cours des années la communauté scientifique nationale et internationale s'est trouvée redevable des progrès scientifiques réalisés par le Centre quant à la connaissance du fonctionnement intime des coraux et des écosystèmes récifaux... Les percées qui ont pu être réalisés sur les problèmes de biominéralisation, de physiologie et d'écophysiologie placent votre Centre et ses chercheurs parmi les plus référents au monde... Vos travaux contribuent à éclairer les conséquences possibles des prédictions du changement climatique et des pressions anthropiques sur les récifs coralliens et contribuent à l'élaboration de stratégie de sauvegarde de cet écosystème habité par près d'un tiers des espèces marines connues.*

*Je vous souhaite une longue suite de découvertes et de publications de première importance, comme ce fut le cas au cours des récentes années.*

#### IV - Des personnalités au C.S.M....



Dans la bibliothèque du Musée océanographique (Conservateur : Jacqueline Carpine-Lancre), le Commandant J.-Y. Cousteau, Directeur du Musée océanographique, accueillant le Président de la République française, Charles de Gaulle, en présence du Prince Rainier III et de la Princesse Grace, avant la visite des laboratoires du C.S.M. Le Président du C.S.M., S.E. Arthur Crovetto se trouve à la droite du chef d'État français.



Le Président du C.S.M., S.E. Arthur Crovetto accueille dans les laboratoires du C.S.M. Michel Poniatowski, Ministre d'État de la République française, le jour de la signature des accords Ramoge, en 1976. De gauche à droite : Michel Poniatowski, le Ministre de la Recherche de la République italienne, S.E. Arthur Crovetto, Pr Raymond Vaissière, directeur scientifique, Dr Roland Pucci, responsable du Laboratoire de chimie.



Au cours de la visite effectuée au Musée océanographique par le Président de la République française, François Mitterrand, son Secrétaire d'État à l'Environnement, le Dr Alain Bombard s'entretient avec le Dr Roland Pucci. Le célèbre « Naufragé volontaire » avait préparé son expédition (partie de Fontvieille) dans les locaux du C.S.M.!



Le Dr Christine Ferrier-Pagès, responsable de l'équipe d'Écophysiologie-Écologie, présente à S.A.S. le Prince Albert II les activités de son équipe.

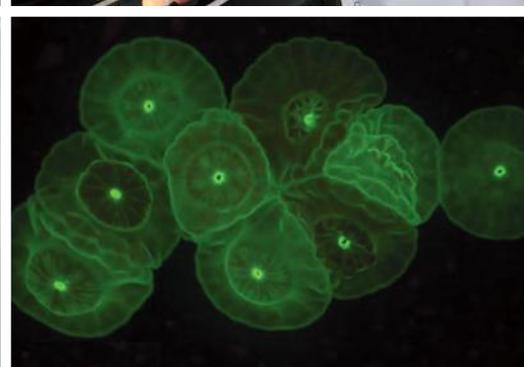
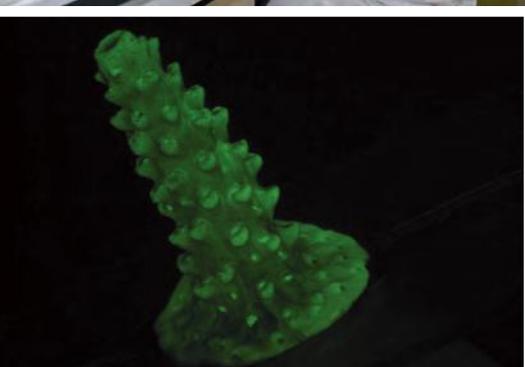
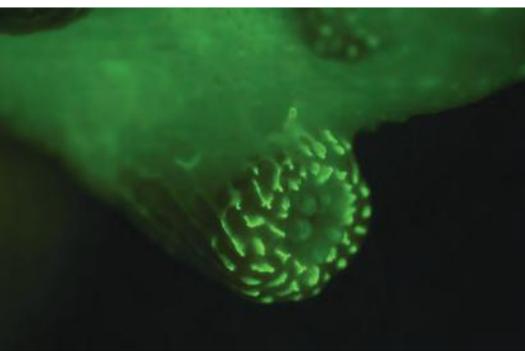


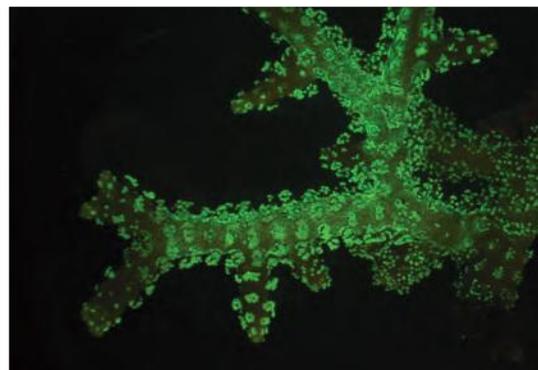
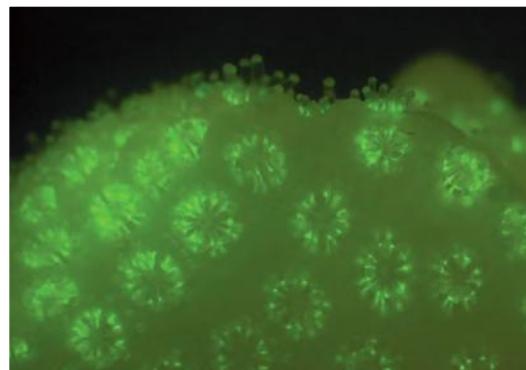
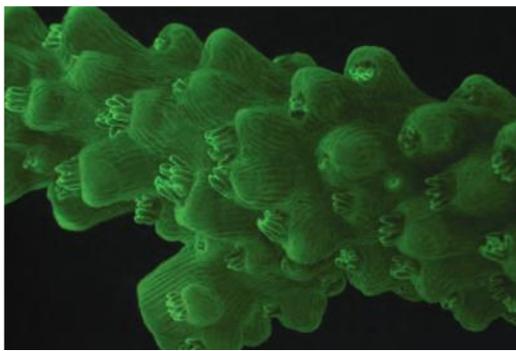
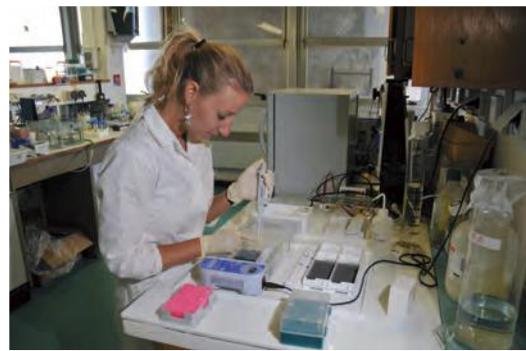
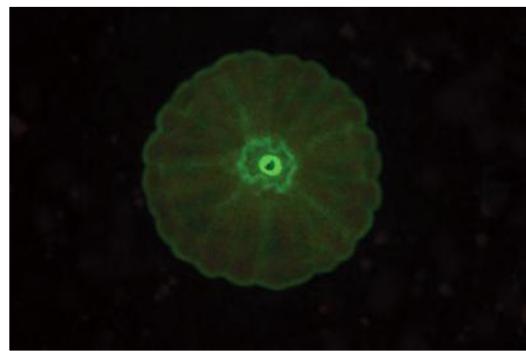
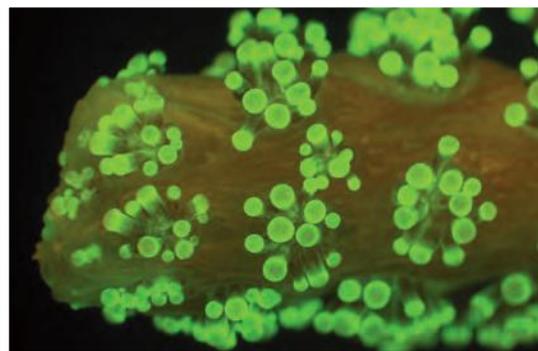
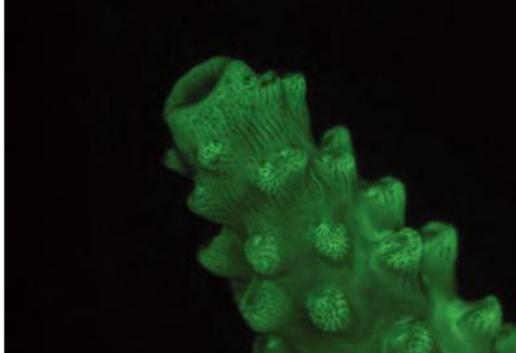
Le Dr Sylvie Tambutté, responsable de l'équipe de Physiologie-Biochimie, expliquant les mécanismes de biominéralisation à S.E. le Ministre d'État, Jean-Paul Proust en présence du Conseiller pour l'Intérieur, Paul Masseron et de Roger Passeron, Président du C.S.M. de 1998 à 2008.

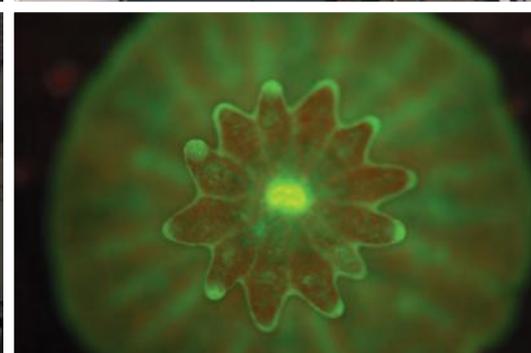
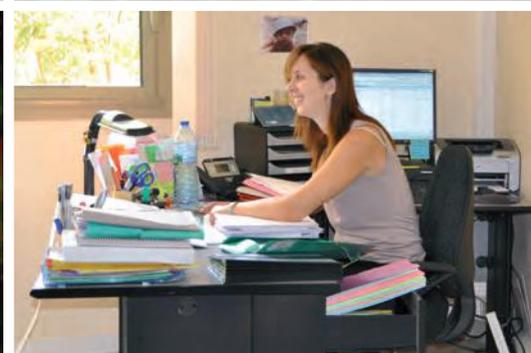
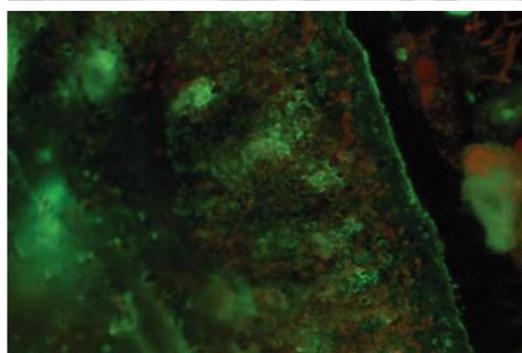
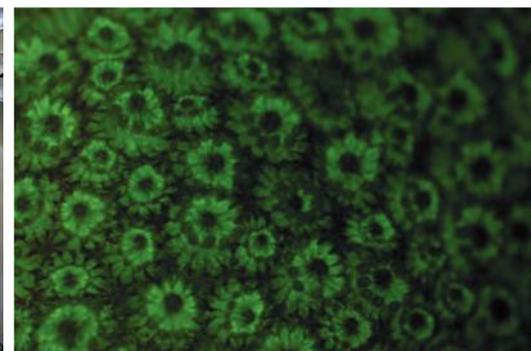
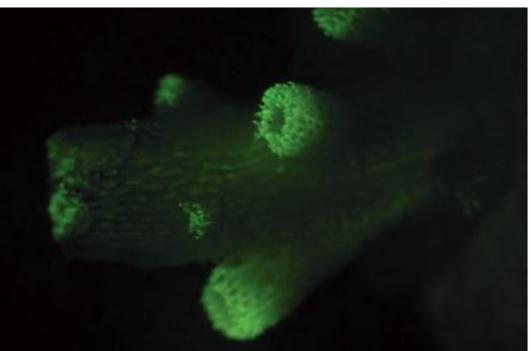
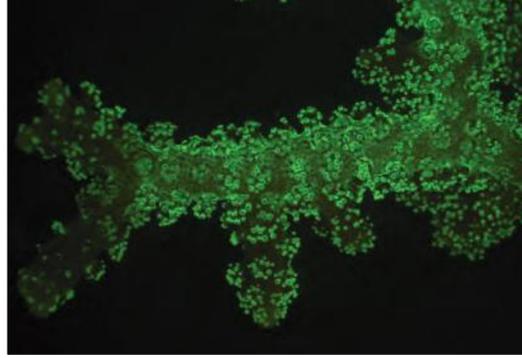


Table ronde sur le développement durable en Méditerranée, organisée au Musée océanographique, le 25 avril 2008, en présence de S.A.S. le Prince Albert II et du Président de la République français, Nicolas Sarkozy. Le Pr Denis Allemand y représente le C.S.M.

V - Ils sont le C.S.M. aujourd'hui...

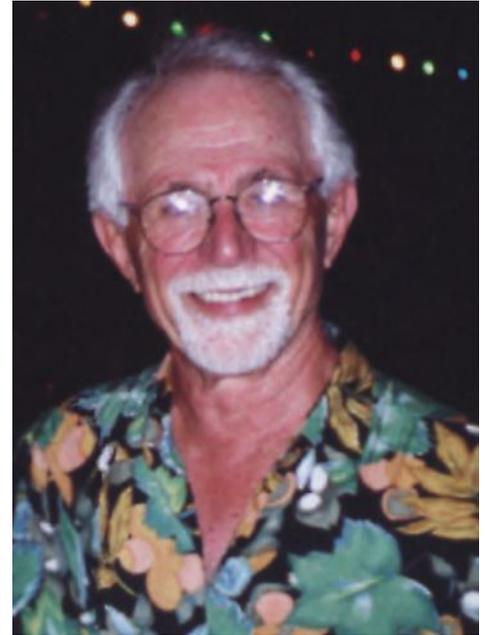




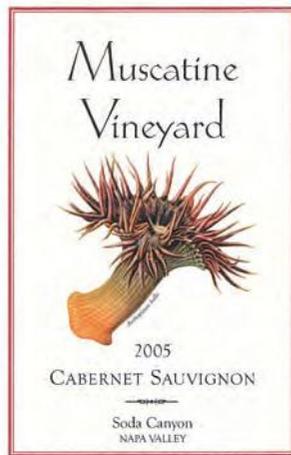


## VI - Hommage particulier à...

Le Pr Leonard Muscatine était membre du Comité de Perfectionnement du C.S.M. de 2002 jusqu'à son décès le 11 avril 2007. Il était un chercheur mondialement connu pour ses travaux sur les symbioses marines et la biologie récifale, auteur de plus de deux cents publications internationales. Il a formé la plupart des meilleurs chercheurs actuels en biologie récifale. Impressionné par l'originalité des travaux du C.S.M. présentés à la communauté scientifique lors du septième *International Coral Reef Symposium* en 1992, il avait souhaité collaborer à nos recherches et était venu à plusieurs reprises travailler à Monaco. Trois publications sont issues de cette collaboration, dont un article qui a reçu le prix du meilleur article scientifique de l'année, remis lors de la conférence européenne de la Société Internationale sur les Récifs Coralliens (ICRS) de Perpignan en 1998 (Muscatine, L., Tambutté, É., Allemand, D. *Morphology of coral desmocytes, cells that anchor the calicoblastic epithelium to the skeleton. Coral Reefs, 1997, vol 16, p. 205-213*).



Grand scientifique, il était également un homme profondément humaniste. Durant ses deux mandats au sein du Comité de Perfectionnement, il a suivi les travaux du C.S.M. avec un très grand intérêt et une grande pertinence d'analyse.



À sa retraite, il a transféré sa connaissance biologique à l'étude de l'œnologie, ce qui lui a permis de produire un vin de grande qualité dans son vignoble de Napa Valley, vin bien sûr dédié à l'anémone de mer.

Les trois pages précédentes : le personnel du C.S.M., de gauche à droite et de haut en bas : Dominique Desgrè, Malik Naumann, Alexander Venn, Natacha Segonds, Éric Tambutté, Pascale Tremblay, Renaud Grover, Stéphanie Reynaud, Nathalie Techer, Sylvie Tambutté et Alexander Venn, Éric Elia, Edwige Barajas, Éric Béraud, Julien Debreuil, Didier Zoccola, Séverine Sikorski, Claire Godinot, Patricia Serna, Muriel Shilot, Anthony Bertucci, Cécile Rottier et Christine Ferrier-Pagès, Hervé Raps et Nathalie Hillmi, Julien Laurent et Michael Holcomb...



## En guise de conclusion : les 50 prochaines années...

par

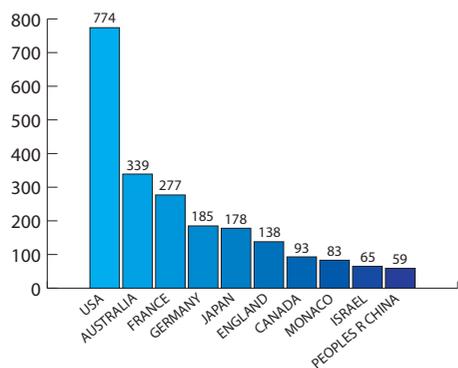
Denis Allemand

Directeur Scientifique du Centre Scientifique de Monaco

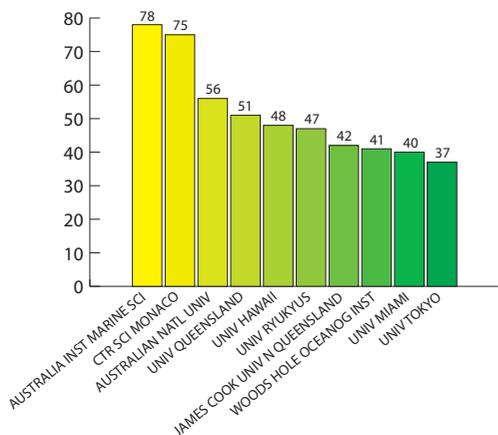
Lors du 10<sup>e</sup> anniversaire du Centre Scientifique, son Président, S.E. Arthur Crovetto avait terminé son discours en souhaitant un succès identique à celui acquis « *par une longue patience et un dévouement constant à la cause nationale servie avec cœur* ».

50 ans de travaux sont aujourd'hui passés, des milliers de pages d'articles rédigées. En 50 ans, le Centre Scientifique de Monaco, malgré une taille modeste face aux organisations scientifiques des pays voisins (CNRS, CNR...), a privilégié le travail de « niche ». Aujourd'hui les travaux du C.S.M. ont acquis une notoriété incontestable. Nul n'est prophète en son pays, le travail des chercheurs monégasques et de leurs collègues enfants du pays ou chercheurs étrangers, travaillant ensemble pour une même cause, fait mentir cet adage.

Depuis ses débuts, la qualité des travaux des chercheurs monégasques a toujours été reconnue par leurs pairs, comme en témoignent les nombreux visiteurs, de l'étudiant aux Prix Nobel, qui sont venus dans les locaux du C.S.M., pour discuter, échanger des idées, travailler ou collaborer. Souvent le C.S.M. a même été précurseur : l'utilisation de l'atome pour la paix, l'exploitation des organismes marins comme modèles biologiques, la mise en place de bio-indicateurs de l'état de santé d'un milieu... Les résultats de ces travaux ont ainsi permis de dater de nombreux sites archéologiques du monde, d'élaborer les bases du fonctionnement du système nerveux, de construire les premières bouées océanographiques émettrices... À côté de ces travaux de recherches, le C.S.M. a pendant 30 ans, assuré un travail de surveillance de la qualité de notre environnement, marin, terrestre ou atmosphérique. Afin de dissocier ses missions de surveillance des activités de recherche, une profonde restructuration du C.S.M. a eu lieu en 1990. Cette restructuration a conduit à un renforcement des activités de recherche en les recentrant sur les écosystèmes coralliens. Vingt ans après cette restructuration, le pari est gagné : le C.S.M. a su se créer une identité, aujourd'hui reconnue mondialement dans un domaine très compétitif, où son expertise est recherchée. Encore une fois précurseur, les chercheurs du C.S.M. ont fortement contribué à mettre en place les bases



Répartition entre les différents pays industrialisés des publications scientifiques ayant pour objet la calcification des coraux entre 1990 et 2010. Monaco arrive au 8<sup>e</sup> rang.



Répartition entre les différentes institutions scientifiques des publications ayant pour objet la calcification des coraux entre 1990 et 2010. Le C.S.M. arrive au second rang.

physiologiques du fonctionnement du récif corallien, bases qui s'avèrent aujourd'hui indispensables à la compréhension des grands problèmes environnementaux auxquels ce milieu est soumis : blanchissement, acidification des océans.

Témoin de son succès, le C.S.M. attire régulièrement des chercheurs bénéficiant de financements de leurs pays pour venir collaborer avec les chercheurs monégasques ou y réaliser leurs thèses.

**Monaco est aujourd'hui au 8<sup>e</sup> rang des pays en nombre de publications dans son domaine de recherche et le C.S.M. se positionne au deuxième rang des laboratoires dans le monde, juste derrière l'*Australian Institute of Marine Science*, le plus grand laboratoire consacré aux coraux dans le monde.** Fort de cette notoriété, il vient d'être accepté au sein du Groupement de Recherche International « Biodiversité des Récifs Coralliens » qui associe les plus grandes équipes travaillant sur les récifs coralliens, CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, IRD, l'EPHE, les Universités de Paris VI - Pierre et Marie Curie, de Nice-Sophia Antipolis, de Perpignan, de La Réunion, l'Observatoire du milieu martiniquais, ainsi que l'Australie, les USA, le Japon, Israël, Taiwan...

Fort de son expérience dans le domaine des stress environnementaux, et afin de valoriser ses résultats au niveau des pouvoirs publics, le C.S.M. est une nouvelle fois précurseur en s'ouvrant à l'économie environnementale dans le cadre d'une collaboration institutionnalisée avec l'A.I.E.A. Cette ouverture

permettra de mettre en place les outils d'évaluation économique nécessaires pour permettre une lecture des travaux scientifiques du C.S.M. et de l'A.I.E.A. adaptée aux décideurs politiques.

Cependant, le C.S.M. ne pouvait rester isolé des grands programmes internationaux. En dehors de l'Europe politique, il ne pouvait participer aux programmes français et européens. Mais l'excellence de ses travaux lui permet aujourd'hui de discuter d'égal à égal avec les organismes de recherche étrangers. Ainsi, prochainement, naîtra un Laboratoire Européen Associé (L.E.A.) avec l'Institut « Écologie et Environnement » du CNRS. Ce laboratoire permettra entre autre d'étudier en parallèle l'effet des changements climatiques sur les écosystèmes de la planète les plus sensibles, les milieux coralliens et les milieux polaires en collaboration avec le Dr Yvon le Maho, membre de l'Académie des Sciences française.

Mais est-il possible pour un centre de recherche comme le C.S.M. de rester en dehors des problèmes de santé humaine ? Est-il possible de continuer à assurer des soins de plus en plus sophistiqués sans recherche en amont ? Pour combler ce vide, le C.S.M. se transforme en agence de la recherche afin de promouvoir la recherche clinique en Principauté. Très prochainement, une équipe de recherche biomédicale labellisée par l'INSERM devrait aussi s'implanter en Principauté, gage d'une recherche du plus haut niveau.

Afin de permettre le développement du C.S.M. et d'optimiser ses services, il est devenu nécessaire de quitter le cocon qui l'a vu naître : ainsi en 2012, les laboratoires de Biologie marine déménageront vers de nouveaux locaux beaucoup plus fonctionnels situés quai Antoine 1<sup>er</sup>, locaux qui permettront l'accueil de collaborateurs étrangers et de visiteurs dans des conditions bien meilleures que celles réunies actuellement. Ce déménagement permettra enfin de réunir dans un même lieu l'administration du C.S.M. et ses équipes de recherche, tant marines que biomédicales ou économiques.

Quel sera donc le C.S.M. en 2060 ? Nul ne peut le prévoir, car la recherche est par nature imprévisible. *« La recherche est un processus sans fin dont on ne peut jamais dire comment il évoluera. L'imprévisible est dans la nature même de l'entreprise scientifique... Il est donc vain d'espérer prévoir la direction de la recherche... Ce que doit faire l'homme politique, c'est déterminer l'importance de la science pour la nation, donc définir la part du budget qui lui revient »*, écrivait le Prix Nobel de Médecine, François Jacob. L'on peut juste penser que le creuset qu'a constitué la Principauté jusqu'à ce jour, favorisant l'émergence de projets innovants, continuera à fonctionner. De l'association de la recherche biomédicale et de la recherche environnementale naîtront peut-être de nouveaux concepts qui permettront d'améliorer la santé humaine... et la santé de nos mers. Les coraux, sentinelles de l'état de santé des océans, sont aussi parmi les organismes animaux dont la longévité est la plus élevée, jusqu'à plusieurs milliers d'années. Les coraux seront-ils notre fontaine de jouvence ? Rendez-vous pour le centenaire du C.S.M.



Vision d'architecte des futurs laboratoires du C.S.M. en terrasse des locaux situés quai Antoine I<sup>er</sup>.





La Science passe par la vulgarisation et l'éducation des enfants. Malgré son espace réduit, le C.S.M. ouvre régulièrement ses portes lors des journées du patrimoine ou reçoit des classes (ici une partie de la restitution de la visite de la classe de 9<sup>e</sup>M de l'École de la Condamine, enseignante responsable : Annick Porta).

■ Pour en savoir plus :

- Anonyme (1988) *Un siècle d'observations météorologiques à Monaco*. Bulletin du C.S.M., Volume 3, 79 pages.
- Anonyme (1999) *R.N.O. : Surveillance du Milieu Marin. Travaux du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin. 1974 - 1999 : 25 ans de surveillance du milieu marin*. Bulletin RNO. IFREMER - Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 32 p.
- Barral L. (1974) *Monaco, Monte-Carlo. Choses et gens*, Monaco, Chez l'auteur, 128 p.
- Baudoin L. (1954) *Un jardin exotique au XVIII<sup>e</sup> siècle à Monaco*. Imp. Universelle, Nice, 19 p.
- Bon D. (2010) *J.-B. Lamarck et la botanique à Monaco*. Journée d'études « Lamarck et Monaco », Jardin exotique, Monaco, 11 juin 2010.
- Carpine-Lancré J. (2008) *Le Prince Albert I<sup>er</sup> de Monaco et la Science. Histoire et actualité de S.A.S. le Prince Albert I<sup>er</sup> de Monaco*, Paris, Institut de paléontologie humaine, p. 13-26 (« Archives de l'Institut de paléontologie humaine », mémoire 39).
- Fissore J. (1991) *Monaco et la Mer*. Thèse de Doctorat, 543 pages.
- Fouilleron T. (2011) *La science comme pratique d'intégration dans la société des princes. Les Grimaldi de Monaco et la curiosité savante (XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècle)*. Colloque *La cour & les sciences : naissance des politiques scientifiques dans les cours européennes aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles*, Versailles, Centre de recherche du château de Versailles, 3-5 février 2011.
- Girardeau É. (1968). *Souvenirs de longue vie*. Paris, Berger-Levrault.
- Goy J. (2007) *L'anaphylaxie, découverte en mer*. Pour la Science, n° 356, p. 96.
- Hurel A. (2007) *La France préhistorique de 1789 à 1941*. Paris, CNRS éd., 281 p.
- Jacob F. (1997) *La souris, la mouche et l'homme*. Éditions Odile Jacob.
- Leclant J. (1999) *Institut de France, le second siècle (1895-1995)*. Tome I. Membres et associés étrangers.
- Quéneudec J.-P. (1965) *Le rejet à la mer de déchets radioactifs*. Annuaire français de droit international, vol. 11, pp. 750-782.
- Rapports sur l'activité scientifique des différents services du Musée de Monaco. Institut océanographique. Années 1957 à 1987.
- Richet C., Portier P. (1936) *Recherches sur la toxine des Cœlentérés et les phénomènes d'anaphylaxie*. Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert I<sup>er</sup>, Prince Souverain de Monaco, fascicule 95, 1936, 24 p.
- Solichon J.-M. (2010) *La botanique à Monaco*. Conférence, Journée d'études « Lamarck et Monaco », Jardin exotique, Monaco, 11 juin 2010.
- Tabarroni G. (2000) *Francesco Maria Grimaldi, physicien et astronome*. Annales monégasques, n° 24, pp. 195-208.
- Thommeret Y. (1985) *Activités scientifiques du Laboratoire de Radioactivité Appliquée de 1960 à 1983*. Bulletin du C.S.M., vol. 1, 78 p.
- Van Klaveren P. (1992) *Le Prince Albert I<sup>er</sup> et le Prince Rainier III, un souci commun : préserver l'environnement*. Açoreana, suppl., pp. 83-98.
- Journal de Monaco, Nice-Matin, Monaco-Matin

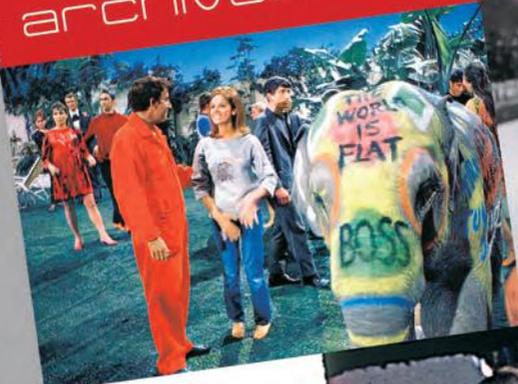
■ Ainsi que le site Web du C.S.M. : [www.centrescientifique.mc](http://www.centrescientifique.mc)

## REMERCIEMENTS

Académie des sciences morales et politiques (Pierre Kerbrat, Yves Bruley)  
Estelle Battaglia (Secrétariat Général du Ministère d'Etat)  
Bibliothèque Centrale du Museum National d'Histoire Naturelle (Service du Patrimoine)  
Bibliothèque de l'Institut de France  
Bibliothèque du Musée océanographique (Anne-Marie Damiano et Elisabeth Baltzinger)  
Dominique Bon (Responsable du fonds régional Bibliothèque Louis Notari)  
Yves Bruley (Académie des sciences morales et politiques)  
Robert Calcagno (Musée océanographique)  
Centre de Presse de la Principauté  
Christian Ceyssac (Département de l'Intérieur)  
Michel Dagnino (Musée océanographique de Monaco)  
Olivier Imperti  
Régis Lécuyer (Archives du Palais Princier)  
Bernard Lefranc (Service de l'État civil, Mairie de Monaco)  
Élodie Martin (Ramoge)  
Jean-Michel Mille  
Musée Curie (CNRS / Institut Curie)  
Béatrice Novaretti (Bibliothèque Louis Notari / Médiathèque)  
Frédéric Pacorel (Musée océanographique de Monaco)  
Anne Poyard-Vatrican  
Service de documentation de Nice-Matin  
Service des Archives Centrales du Gouvernement Princier (Jean-Luc Verrando)  
Marc Vassallo (Secrétariat Général du Ministère d'Etat)  
Vincent Vatrican

ainsi que tous les membres du personnel du CSM d'hier et d'aujourd'hui.

archives – cinémathèque



Archives de  Audiovisuelles Monaco  
CINÉMA  
CINÉMATHEQUE

Archives Audiovisuelles de Monaco  
Le Garden House - 4, avenue Hector Otto - MC 98000 MONACO  
Tél. +377 97 98 43 26 - [archiv@films-archive.mc](mailto:archiv@films-archive.mc)

Le climat est l'enjeu de ce siècle. Il est urgent de changer nos comportements. Privilégions les énergies renouvelables



SOCIÉTÉ MONÉGASQUE DE  
L'ÉLECTRICITÉ ET DU GAZ

Vert, un monde réfléchi

© H. Stadler

We are a global leader in **offshore energy** infrastructure.  
We are focused on **technological innovation** and sustainable development.  
We are dedicated to **safe marine operations** and environmental protection.

**We are SBM Offshore.**

[www.sbmoffshore.com](http://www.sbmoffshore.com)  
Monaco - Netherlands - USA - Malaysia



Textes :

Coordination et rédaction Denis Allemand.

Michel Boisson, Jacqueline Carpine-Lancre, Dominique Doumenc, Christine Ferrier-Pagès, Thomas Fouilleron, Roland Pucci, Patrick Rampal, Sylvie Tambutté, Yolande Thommeret, André Veglia.

Crédits Photos :

Couverture & pages 23 (milieu et bas), 28 (droite), 61, 62 (sauf corail rouge), 63, 64, 66, 72, 74, 75, 76, 82 : Éric Tambutté / Centre Scientifique de Monaco

Pages 4 & 6 : La Gazette de Monaco

Pages 8 & 31 (haut) : Dominique Doumenc

Pages 20, 22 (haut), 25, 48, 51 (droite) : Archives Audiovisuelles de Monaco

Pages 23 (haut), 32, 34, 35, 36, 37 : Yolande Thommeret, collection privée

Pages 24, 54, 73 : Michel Dagnino / Musée océanographique de Monaco

Page 26 (haut) : Michel Borghini, collection privée

Page 26 (bas) & 27 (milieu) : Centre de Presse de la Principauté

Pages 27 (haut), 49 (haut, bas), 70, 71 (haut) : Archives du Palais Princier

Page 27 (bas) : Patrick Van Klaveren, collection privée

Page 28 (haut) : René-Georges Panizzi, collection privée

Page 29 (haut) : Académie des Sciences morales et politiques

Page 29 (bas) : Musée Curie (CNRS / Institut Curie)

Page 31 (bas) : Jean Jaubert, collection privée

Page 38 : Bibliothèque du Musée océanographique de Monaco

Pages 39, 41, 50, 56 (sauf verticale droite), 58, 59,

60, 77 (bas), 83 : Archives du Centre Scientifique de Monaco

Page 40 : Nicole Bethoux, collection privée

Pages 42, 47 : Michel Boisson, collection privée

Pages 44, 45, 46, 51 (gauche et milieu), 71 (bas) : Roland Pucci, collection privée

Page 52 : Alex Venn, collection privée

Page 56 (verticale droite) : Frédéric Pacorel / Musée océanographique de Monaco

Page 62 (Corail rouge) : Jean-Michel Mille

Page 67 : Malcolm Shick, collection privée

Page 77 (haut) : Stéphanie Reynaud, collection privée

Page 76 & 78 : Didier Zoccola, collection privée

Page 81 : Cabinet d'architecture Raymond

Coordination de l'édition : Didier Zoccola



[www.centrescientifique.mc](http://www.centrescientifique.mc)

Éditions La Gazette de Monaco  
Tous droits réservés pour tous pays - Achevé d'imprimer en novembre 2010  
Dépôt légal : 4ème trimestre 2010

Infographie : Valérie Plaza  
Impression : Imprimerie de Monaco

955 804 448 RCS N°... immatriculation aux registres des intermédiaires en assurance sous le numéro 07 006 020  
N° TVA Intracommunautaire FR 42 955 804 448 - Crédit photo : B. Stiefelbauer - Réalisation : creation@plazacommunication.com

**Ensemble,  
mettons le cap  
sur vos ambitions..**

BANQUE  
POPULAIRE

voile.banquepopulaire.fr

BANQUE  
POPULAIRE

**EN PRINCIPAUTÉ DE MONACO ...**

**MONACO SPORTING**  
Sporting d'hiver - Place du Casino  
Tél. (+377) 92 16 57 57  
Fax (+377) 92 16 57 50  
xavier.ojeanson@cotedazur.banquepopulaire.fr

**MONACO GRIMALDI**  
57 rue Grimaldi  
Tél. (+377) 92 16 57 00  
Fax (+377) 97 70 55 45  
dominique.guignard@cotedazur.banquepopulaire.fr

**MONACO FONTVIEILLE**  
14 Quai Jean-Charles Rey  
Tél (+377) 92 16 57 10  
Fax (+377) 97 70 55 44

**www.cotedazur.banquepopulaire.fr**

**BANQUE POPULAIRE  
CÔTE D'AZUR**

SUCCURSALE

*Monaco*

