À la recherche de la science arabe

En partant d'un observatoire égyptien des sciences biomédicales

Anne-Marie Moulin

Introduction
Réévaluation d'un passé et d'un avenir

Dans un ouvrage s'interrogeant sur la fabrication de la science dans le monde au cours des trois derniers siècles, une place à part s'impose pour le monde arabe et musulman, ne serait-ce que parce que, alors que l'islam politique concentre les curiosités et les passions, la science dans ces pays reste un peu *terra incognita* (Polanco, 1990, p. 36). Affichons d'emblée un refus d'assimiler ces pays à un Orient mythique figurant l'Autre et rappelons l'intégration ancienne de cet Orient à une forme première de science-monde. L'hôpital de Gundishapur en Perse (VI^e^ siècle) est couramment évoqué comme l'ancêtre (contesté) des hôpitaux universitaires (Dols, 1987 ; Nutton, 2004). La *Bayt al-Hikma* (« Maison de la Sagesse ») à Bagdad, au X^e^ siècle, est restée proverbiale, à la façon de l'Académie ou du lycée d'Athènes, comme un lieu mémorable de la science.

Cependant il est vrai que la revendication d'un prestigieux héritage largement partagé avec l'Europe s'associe à l'aveu d'un déclin, sans que les historiens s'entendent sur sa date (XIII^e^ siècle ? XVI^e^ siècle ?), et encore moins sur ses causes. Pour les uns, l'effondrement économique, ou la défaite devant les envahisseurs successifs. Pour d'autres, l'échec de la tolérance qui permettait à la science d'être le creuset de cultures et de groupes ethniques et religieux divers : le miracle des « Andalousies » (Berque, 2009). L'historien américain Bernard Lewis a résumé la situation de façon lapidaire : la Renaissance, la Révolution scientifique et le siècle des Lumières seraient également passés inaperçus dans le monde musulman (1993, p. 183). On peut dire plutôt que son évolution a échappé en grande partie à l'Europe.

Il s'agit donc bien de découvrir une histoire méconnue, celle de la modernisation d'un vaste espace pouvant aller du Maroc à l'Afghanistan. L'historiographie se borne à rapporter qu'au XIX^e^ siècle, le monde arabe aurait été envahi par de nouvelles techniques sans avoir contribué à la science qui a permis leur développement. En Égypte, en Syrie, en Irak et en Iran, ce fut le plus souvent avec l'aide d'étrangers ou de minorités en rapport privilégié avec l'extérieur que les souverains ont opéré un transfert des technologies. Après la deuxième guerre, le besoin d'une science locale autonome s'est exprimé avec force dans la plupart des pays, avec la construction des États-nations indépendants. En 2014, une floraison d'universités et d'instituts orne la région.

Cette reconstitution de l'histoire scientifique peut s'accompagner dans le monde arabe d'un désir de revanche et d'affirmation d'une identité séparatiste. Dans *The Touch of Midas* (1984), Ziyauddin Sardar a dénoncé, en référence à la fable antique, l'immoralité d'une science qui transforme tout ce qu'elle touche en un or inutile. Un peu à la façon dont au même moment les marxistes revendiquaient une science prolétarienne ou une science « pour le peuple », des théoriciens ont tenté de rebâtir une science islamique authentique aux fondements, méthodes et valeurs spécifiques, supérieure à celle de l'Occident, car fondée sur le respect de la Nature et de la Création.

La science en soi soulève pourtant un vif intérêt dans des populations dont le niveau d'éducation a beaucoup augmenté ces dernières années. La Foire annuelle du livre au Caire reçoit plusieurs milliers de personnes, et les maisons d'édition en arabe consacrent de nombreux ouvrages aux dernières avancées de la science, en particulier la biologie et les biotechnologies. Une partie des ouvrages est destinée, il est vrai, à prouver que les grandes découvertes peuvent être tirées du Livre saint, ce qui ne signifie pas que les efforts pour déchiffrer les mystères de la nature soient découragés mais pose des questions sur la façon dont la science aujourd'hui, avec ses liens à la finance et à l'économie mondiale, est comprise par le public (Zahlan, 2012). Les facultés de sciences ont d'ailleurs la réputation de compter plus d'islamistes que celles de lettres ou de droit. L'informatique a été adoptée avec enthousiasme, Facebook a été une machine de guerre contre les autocrates : trois jours de privation d'internet au Caire ont déchaîné les jeunes, aux jours fatidiques de janvier 2011, au point d'être discutés comme une des causes de la Révolution (Gonzalez-Quijano, 2011).

Depuis le début du XXI^e^ siècle, la science « arabe » (métaphore commode pour désigner une nébuleuse de la Méditerranée au golfe Persique), dont l'arabe n'est pas la seule langue ni l'islam la seule religion, a évolué vers l'intégration à l'espace international. Ce mouvement a été facilité, plus que par une volonté commune de la région, par la prise de conscience des grandes puissances, après le 11 septembre 2001, de l'importance de la diplomatie par la science. Les États-Unis et l'Union européenne ont lancé des programmes, offert des bourses et créé des fondations pour ouvrir et consolider un espace pacifique et pacifiant, l'espace global de la recherche. La participation du monde arabe à cet espace est vue comme un gage d'équilibre et de paix pour le troisième millénaire.

La découverte de la science arabe d'aujourd'hui porte avec elle le pronostic de l'évolution politique des siècles à venir. Le XX^e^ siècle a éliminé Bagdad qui avait été la

métropole de la science dans les premiers temps de l'islam. La terre sacrée de la péninsule arabe saisira-t-elle un jour le flambeau ?

Le choix d'un observatoire égyptien des sciences médicales

Nous ne disposons pas aujourd'hui de véritables observatoires de la science, ni pour la région, ni par pays (Hanafi et Arvanitis, 2014). Certes la « télédétection » que représente la scientométrie, et de récentes études de terrain opiniâtres et systématiques (Arvanitis, 2008) ont permis l'esquisse d'un panorama des institutions et des capacités de recherche existantes. Il existe quelques études excellentes, mais ponctuelles et peu suivies dans le temps, souvent centrées sur une unique catégorie d'acteurs (comme les ingénieurs et les médecins), ou sur un domaine précis (par exemple, la biologie moléculaire en Égypte). Ces études fournissent des aperçus sur la dynamique du système de la science dans le monde arabe, mais ne permettent pas d'entrer dans les contenus, le choix des sujets, la montée en puissance de certaines disciplines, de décrire les communautés de chercheurs et la perception de la science par le public et les gouvernements (Al Husban, 2008), de préciser les questions éthiques soulevées par les orientations de certains travaux et les applications de leurs résultats, de saisir les enjeux, les pressions exercées (politiques, religieuses et idéologiques) et les controverses nées des pratiques.

Faut-il renoncer pour autant à toute vue d'ensemble ? Pour avancer, j'ai pris un risque et *restreint le champ aux sciences biologiques et médicales*, intermédiaires entre les sciences dites exactes, mathématiques physique chimie, et les sciences sociales. La médecine moderne a incontestablement participé aux révolutions scientifiques de la Renaissance, du XVII^e^ et du XIX^e^ siècles. Elle offre en même temps une certaine continuité avec les temps anciens, en raison du long maintien de la théorie humorale, associée à Ibn Sina et Razi (X^e^ et XI^e^ siècles) comme à Hippocrate et Galien (IV^e^ siècle av. J.-C. et II^e^ siècle ap. J.-C.), et d'une tradition d'histoire naturelle qui se prolonge jusque dans la génétique contemporaine. La médecine a contribué à l'augmentation spectaculaire de l'espérance de vie. Elle a aussi bouleversé les modes de procréation et élargi la gamme des transformations du corps humain, imposant de reformuler les termes du « contrat » entre science et société (Waast, 2006).

Le choix d'un point de départ géographique s'est aussi imposé. L'Égypte a été appelée « la mère du monde », en arabe *Oumm al-Dounya* : elle tient en effet une place éminente dans l'histoire des sciences, depuis la période des pharaons jusqu'au long Moyen Âge qui se termine au XIX^e^ siècle. Pendant toutes ces années, l'université d'al-Azhar, fondée en 969 par la dynastie chiite des Fatimides dans sa capitale d'Al Qahira (« La Victorieuse »), a drainé les étudiants musulmans, occupant les *riwaq* aux quatre coins de la cour de la mosquée, représentant les quatre points cardinaux. D'autre part, dans la période qui nous intéresse, l'Égypte a joué un rôle central dans la modernisation du monde arabe (Crozet, 2008). Une modernisation précoce au XIX^e^ siècle, une floraison d'universités au XX^e^, un soutien étatique de longue date à l'enseignement supérieur, une attraction exercée sur l'ensemble du monde musulman font de l'Égypte un observatoire incontournable pour une comparaison avec les autres pays arabes et musulmans, même si son hégémonie tend à s'effacer. Au moment de la prise de pouvoir par Gamal Abd al-Nasser et les Officiers libres en 1952, le royaume d'Égypte comptait

le plus grand nombre de scientifiques et d'intellectuels du monde arabe. À l'époque de Nasser (1952-1970) qui a aspiré au rôle de *leader* du tiers-monde, l'Égypte s'est positionnée au centre de trois cercles, celui du monde arabe, de la communauté musulmane (*umma)* et du continent africain. Il y a dix ans, l'Égypte venait encore en tête de la bibliométrie en termes de production scientifique (Arvanitis, 2008). Elle peut ainsi figurer le pivot (instable) d'un monde uni par la religion et la culture mais aux histoires disparates. À défaut de disposer d'un réseau d'observatoires des sciences dans chaque pays de la région, entreprise toujours inaboutie (Hanafi et Arvanitis, 2014), le choix du *belvédère égyptien* permet donc une *lecture comparative* des pays alentour avec leurs spécificités, traversés qu'ils sont eux aussi par des courants centripètes et centrifuges.

À partir de là, je pouvais rassembler *un faisceau d'observations* portant sur les sciences biologiques et médicales, que j'ai essayé de poursuivre sur l'ensemble de la région jusqu'au au début du XXI^{e} siècle. Le monde alentour est en effet marqué par une référence commune à l'islam et une identification symbolique à un passé scientifique brillant, malgré les traumatismes de l'occupation (*ihtilâl*), de la tutelle des pays occidentaux et l'inégalité du développement économique. Cette patrimonialisation est fondée sur l'encouragement donné par le Prophète à la connaissance, qui a inspiré une antienne sur les mérites de celui qui cherche la science « du berceau à la tombe », et aussi « jusqu'en Chine », un appel à la circulation des savants et des idées formulé par Al Kindi au IX^{e} siècle : « Il nous faut accueillir la science, d'où qu'elle vienne, même si elle vient de peuples différents de nous. »

L'observatoire égyptien permet, par comparaison au sein de cercles concentriques, d'embrasser l'ensemble des pays de la zone et même, au delà des sciences médicales, de tracer des orientations d'ensemble de la recherche et finalement de risquer un panorama des sciences arabes.

Plan du chapitre

Dans ce qui suit, nous effectuerons un rapide survol historique des institutions de recherche et d'enseignement supérieur, en partant du belvédère égyptien et en élargissant progressivement l'horizon à d'autres pays. Ensuite, nous tenterons un panorama des institutions et de la production scientifique des pays de la région, appuyé sur des travaux récents, en particulier de bibliométrie, comparant les systèmes de recherche et les performances scientifiques telles qu'elles ressortent de la consultation des grandes bases bibliographiques mondiales. Dans la troisième partie, notre faisceau d'observations sur la recherche biomédicale se resserrera autour d'établissements clés comme les instituts Pasteur et leur évolution. Nous procéderons enfin par coups de sonde dans quelques domaines de recherche aux enjeux sociaux particulièrement sensibles : transplantation d'organes, génétique moléculaire, surveillance des maladies émergentes.

Nous espérons que cette démarche stimulera de nouvelles questions et formera un tremplin à une critique constructive des développements de la science dans le monde arabe.

1 Survol historique des institutions d'enseignement et de recherche

Nous retraçons ici les premiers pas de la « modernisation » des pays arabes, en particulier dans les sciences qui évoquent l'âge d'or de la civilisation arabe, les sciences biologiques et médicales.

1.1 L'Égypte et la création des écoles de médecine

C'est en Égypte et dans l'empire ottoman que furent créées les premières écoles modernes de médecine, au début du XIX^e^ siècle. Dans les années qui suivirent l'expédition de Bonaparte en Orient (1788-1801) le pacha Mohammed Ali prit l'initiative de fonder des institutions d'enseignement supérieur moderne, convaincu des vertus du vaccin jennérien contre la variole et des atouts du progrès médical, pour assurer la nombreuse population dont il avait besoin.

À Istanbul, le sultan Mahmoud II crée en 1837 une École de médecine militaire qui préfigure le programme de réforme des Tanzimat. En Iran, la Dar ol-Fonün (« École polytechnique »), fondée en 1851 à Téhéran par le souverain qâdjâr Nasrod-din, comporte également un enseignement de la médecine. Mais l'initiative de Mohammed Ali est la plus complète (Moulin, 2002). L'École de médecine de 1827 avec à sa tête le médecin français Antoine-Barthélemy Clot (1793-1868) (Dubois, 2013) perd très vite son caractère exclusivement militaire. Douze étudiants égyptiens partent à Paris d'où ils reviendront former les premiers cadres de la profession. L'École, destinée initialement à protéger l'armée des épidémies, étend rapidement son action aux communautés civiles urbaines et même rurales. En 1832, une école de *hakimas* (doctoresses) recrute des esclaves pour s'occuper de la santé des femmes. Même si son existence est éphémère, elle marque l'ébauche d'une solution pour répondre à l'impératif de soins à travers la barrière des sexes, une initiative qui garde aujourd'hui sa pertinence (Moulin, 2013). Une école de langues dirigée par Rifâ'a al-Tahtâwi (1801-1873) forme des traducteurs. Parmi eux, des azharis apportant une caution religieuse, mais aussi des chrétiens minoritaires (syro-libanais). L'imprimerie de Bûlâq (1820) publie les manuels : le *Kunûz al-Sihhat* (*Trésor de la santé*) est diffusé à de nombreux exemplaires et expédié à Paris, Londres, Tunis et Téhéran. L'Égypte participe au débat scientifique international sur la contagion, à propos de la peste et du choléra, qui ont frappé Le Caire en 1830, 1832 et 1835.

C'est un début brillant, mais avec un choix qui grève l'avenir, l'édification d'une science nationale par le haut, sans structures d'enseignement de base primaire et secondaire (De Lavergne, 2011). Mais il persiste désormais un noyau de savants actifs. De 1870 à 1877, la revue *Rawda al-Madâris* (*Le Jardin des écoles*) diffuse leurs résultats, au nom de la civilisation (*tamaddun*) et du progrès (*taqaddum*) : « Jamais les sciences ne sont pensées comme un produit occidental par essence ; jamais le développement récent du pays n'est présenté comme relevant d'une modernisation qui supposerait une différence de nature radicale entre la place sociale des sciences au moment de l'âge d'or de l'islam et leur position actuelle. » (Crozet, 2008, p. 21.) De brillants individus émergent comme le naturaliste Uthman Ghalib (1845-1920), qui décrit le ver du coton.

Cet essor est cassé par l'occupation étrangère. La direction de l'École de médecine passe à des Anglais qui imposent leur langue de façon durable, suscitant un débat qui dure encore sur le choix d'une langue destinée aux élites, instaurant une rupture au sein des équipes de soins et avec les malades. Entre les deux guerres, l'expérience de pathologies locales peu connues en Europe accroît le renom des médecins égyptiens, salués comme experts en « médecine tropicale » (Chiffoleau, 1997). En 1928, le roi Fouad préside le Congrès international de médecine du Caire, où figurent, côte à côte avec les médecins d'Égypte (pas nécessairement égyptiens), les personnalités marquantes de la scène internationale.

Sous l'occupation anglaise, une poignée d'intellectuels avec Qasim Amin inaugure l'université égyptienne en 1908. Transformée en université d'État en 1925, elle intègre les écoles supérieures de Mohammed Ali, dont celle de médecine. D'autres universités avec faculté de médecine apparaissent ensuite : Alexandrie, 1942, Ayn Chams au Caire 1950, Assiout 1957, Tanta et Mansoura 1972 et 1973. À la période nassérienne, la science, intégrée à la révolution politique et sociale, apparaît comme le symbole du grand bond de l'Égypte, et la clé du développement (Charte de 1962). Selon Nasser, l'Égypte avait pris le train en marche pour l'électricité et la vapeur, mais conduirait le suivant (Abdel Malek, 1962). La santé n'était pas oubliée : l'industrie pharmaceutique, donneuse de remèdes miracle, était aussi encouragée, et la gratuité des soins se profilait à l'horizon de celle de l'école. « La connaissance constitue la force motrice de l'époque à venir ; elle est, en fait, la véritable liberté. » (Nasser, *Le progrès égyptien*, 26 juillet 1962 ; Nader et Zahlan, 1969, p. 219.)

Mohammed Ali avait créé l'école de médecine en dehors d'al-Azhar. La réforme nassérienne intègre al-Azhar à l'université moderne et lui adjoint même une faculté de médecine. À cette époque, avec la gratuité, le nombre des étudiants s'envole : un diplôme est lié à la promesse d'un emploi dans l'administration ou l'industrie d'État. Mais la recherche n'est pas une priorité. En médecine, les étudiants les plus aisés partent se former en Europe et aux États-Unis et amorcent la fuite des cerveaux qui va s'intensifier par la suite.

Sous Sadat puis surtout sous Moubarak, l'Égypte favorise le développement d'établissements privés (loi de 1996). Depuis lors, dès la route de l'aéroport du Caire, et sur tous les autobus, des panneaux publicitaires vantent partout licences et masters. Les universités étrangères se multiplient (française en 2002, allemande en 2003), figurant désormais des modèles d'excellence voire des lieux de dialogue entre les cultures. La plus ancienne est la prestigieuse université américaine du Caire, ouverte en 1920 dans le palais Gianaclis. Elle n'a pas de collège de médecine, mais compte les meilleurs chercheurs en sciences sociales de la santé.

En 2014, quinze universités publiques égyptiennes forment le système d'enseignement supérieur le plus nombreux de la région avec deux millions d'étudiants. L'enseignement supérieur fait cependant l'objet de nombreuses critiques : professeurs mal payés, complétant leurs émoluments par des cours parallèles, manuels hâtivement rédigés, faible encouragement à l'originalité et à la pensée critique, etc. Ces caractéristiques valent pour toutes les facultés, cependant la médecine demeure la filière d'excellence, exigeant les plus hautes notes au baccalauréat, gardant prestige académique et social.

Depuis 2002, l'Égypte mise sur une réforme de l'enseignement supérieur, avec l'aide de la Banque mondiale et de l'USAID (United States Agency for the International Development). Cette réforme vise à soutenir un secteur de recherche en rapport avec l'économie de marché et à résoudre les problèmes nés de la massification de l'enseignement, au nom de la promotion de la « société du savoir ».

1.1.1 « Out of Egypt[1] *»*

Dans le reste du Moyen-Orient, ce ne sont pas les États qui ont pris l'initiative au XIX^e^ siècle (Verdeil, 2008). En 1866, Cornelius Van Dyck, médecin et pasteur protestant, a fondé un collège de médecine à Beyrouth. En 1883, les jésuites ouvrent aussi une école de médecine. Les deux établissements ont un lien avec une puissance étrangère, la France ou les États-Unis, ils diffèrent par la langue : si l'enseignement à Saint-Joseph est en français, au Collège protestant, il est donné en arabe, mais dès les années 1880, la langue d'enseignement y devient l'anglais et l'est restée jusqu'à nos jours. En Syrie, la première faculté de médecine en arabe est ouverte à Damas en 1903 par la bourgeoisie nationaliste. Pour la recherche clinique, les écoles de médecine s'appuient sur des hôpitaux confessionnels. Un millier de médecins ont été ainsi formés à la fin du siècle et ont essaimé dans l'empire ottoman et le reste du monde. Les médecins libanais de la *Nahda* (la Renaissance arabe du XIX^e^ siècle), chrétiens et musulmans, ont œuvré ensemble au renouveau de leur langue. Mais la biologie naissante s'essouffle, faute de budget gouvernemental. Les Instituts Pasteur de Beyrouth et de Palestine à Jérusalem vivotent.

Les facultés libanaises de médecine ont gardé aujourd'hui un grand prestige, et les liens tissés avec les puissances impériales de jadis ont évolué en rapports de collaboration avec les établissements de recherche des pays en question. Au XX^e^ siècle, le polyglottisme des étudiants est devenu un atout majeur pour la diaspora libanaise qui occupe des postes importants dans la recherche au Canada, aux États-Unis et en Europe : Peter Medawar, d'origine libanaise, reçut le prix Nobel en 1960 (Moulin, 1996).

En revanche, au Maghreb, les écoles de médecine ne voient le jour qu'à l'Indépendance, à l'exception de l'Algérie. L'École d'Alger (1867) a été transformée en école supérieure en 1879 et en faculté en 1909. Les facultés de médecine ont ensuite fait partie de l'arsenal de l'État moderne à sa création (Rabat et Amman 1962, Tunis 1964).

Dans le Golfe, les médecins ont été longtemps presque exclusivement des missionnaires (Abdella Doumato 2000), en dépit de la méfiance des autorités envers leur prosélytisme, et ont contribué à former des soignants, mais non une élite de chercheurs (Moulin, 2010). Les universités y apparaissent avec un net décalage par rapport au Maghreb. Les États pétroliers peuvent alors se permettre de louer les services de la diaspora arabe et étrangère, et cette attitude de consommation ne favorise pas l'essor de la recherche, non plus que la surveillance idéologique exercée sur les esprits, en particulier en Arabie. En Oman, la fondation de la faculté de médecine en 1996 résulte de la prise de pouvoir en 1970 du sultan moderniste Qabous (Beaudevin, 2013). Au Yémen, alors que le Collège de médecine d'Aden s'est ouvert pendant la période

1. Titre des *Mémoires* d'André Aciman, Riverhead Trade, 1996.

communiste dans l'université du même nom en 1975, avec des enseignants soviétiques et cubains, Sana'a n'acquiert une faculté de médecine qu'en 1994, et la recherche clinique y reste limitée.

1.1.2 La recherche en Égypte

La recherche médicale au sens moderne est donc apparue en Égypte plus tôt que dans l'ensemble de la région, même si elle est restée longtemps l'œuvre d'individus isolés. Le premier journal spécialisé, la *Presse médicale d'Égypte*, sort en 1909, avec le soutien de la Société khédiviale médicale fondée en 1898. À cette époque, l'Égypte compte 12 millions d'habitants et mille médecins de toutes nationalités et formés dans toutes les facultés du monde. Le journal est écrit en français parce que, écrit Serge Voronoff, son directeur, dans le premier numéro : « Un journal de ce pays ne peut être rédigé qu'en français, seule langue comprise de tous, seule langue permettant l'échange de la pensée entre les représentants de diverses nationalités. » (15 février 1909, p. 2.) La revue présente l'actualité scientifique internationale autant que les travaux de la profession en Égypte. Elle comporte aussi des statistiques initiées dès les années 1860 : naissances et décès, épidémies, empruntées au Bureau qui en est chargé, coordonné par un autrichien, Franz Engel bey. En 1928, lors d'un grand congrès international au Caire, quatre volumes de comptes rendus attestent l'activité d'une communauté médicale fortement intégrée à la scène scientifique internationale. L'année suivante, le Centre national de la recherche (CNR) est créé par le roi Fouad I^{er}. Ce simple organe d'encouragement à la recherche, sans budget jusqu'en 1946, n'acquiert des laboratoires propres que sous Nasser. Il ne cesse d'osciller entre un rôle de régulation et de recherche : il n'a été rattaché au ministère de la recherche, créé en 1961, qu'en 1968, puis a dépendu de l'Académie des sciences et de la technologie (modèle soviétique) jusqu'en 1988, date à laquelle il a été à nouveau rattaché au ministère de la recherche. Au début du XXI^{e} siècle, le CNR, situé à Gizeh, quartier central du Caire, abrite des laboratoires en biologie avec des chercheurs à temps plein, consacrés à la génétique et l'épidémiologie et à des recherches cliniques d'avant-garde avec d'importantes retombées sociales comme celles sur les problèmes touchant la détermination du sexe.

Le ministère de la Recherche contrôle, avec le Centre ci-dessus, l'Institut de la recherche ophtalmologique (1990) et l'Institut Theodor-Bilharz (1980) consacré initialement aux maladies parasitaires, ainsi que l'Institut de génétique et de biotechnologie (1997). Le ministère de la Santé possède neuf centres de recherche dont l'Institut de médecine tropicale, TMRI, créé en 1928 par le professeur Khalil, fondateur de la médecine tropicale en Égypte, et l'Institut de recherche sur le diabète (1955). À la faculté de médecine du Caire sont rattachés l'Institut national du cancer (1959) et l'Institut national des sciences du laser (1994).

Cette recherche ancienne et vigoureuse a été marquée par l'empilement des structures nouvelles sur les anciennes (le « millefeuilles » ?), au fur et à mesure des changements de politique : du primat nassérien du public à l'encouragement du privé sous Sadat et à la libéralisation actuelle de l'enseignement. Les instances de programmation et d'évaluation s'avèrent multiples avec l'Académie déjà mentionnée, le Haut Conseil des

centres de recherche et de technologie et le Conseil national de l'enseignement de la recherche et de la technologie, mis en place en 1974 (Radi, 2005).

Les centres opérateurs de la recherche sont à la fois les universités, le CNR et les établissements spécialisés dépendant de différents ministères. Officiellement, la plupart des universitaires sont supposés être en même temps chercheurs. Cependant ils sont submergés d'heures de cours et manquent de moyens et aussi souvent de motivation. La brillante carrière internationale d'un Mostafa Mosharafa en physique (mort en 1950), ou du Nobel en chimie Ahmed Zuwayl (1999), soulève toujours la même question de la difficulté de faire de la recherche dans le pays. La période nassérienne avait contraint la recherche dans le cadre du Plan et limité la liberté intellectuelle, Sadate a conservé l'impératif d'applications et de rentabilité à court terme. Les industriels sont réticents à financer une recherche qu'ils ne contrôlent pas. Enfin, l'esprit de recherche et l'envol d'une réflexion originale ne sont pas encouragés chez les étudiants et les doctorants, qui ont peur de se distinguer et de déplaire aux enseignants dont ils dépendent pour leur carrière. Un philosophe, Osman Amin, déplorait déjà ces entraves dans une série d'articles sur « L'université en danger », dans le journal *Al-Ahram* en 1952. Les jeunes assistants sont découragés par l'opacité des carrières et le poids de la hiérarchie. Dans les laboratoires de biologie, on manque de techniciens supérieurs et de spécialistes de la maintenance, attirés par les meilleurs salaires des laboratoires privés d'analyses. La fuite des cerveaux (*higrat al'uqûli*) est considérable en bio-médecine : 12 000 chercheurs vivent aux États-Unis (Mouton et Waast, 2009). Certains sont rentrés après la révolution de 2011, mais l'exode est reparti de plus belle, en particulier chez les Coptes.

Jean-Yves Moisseron et Catherine Le Chalony (2010) ont conduit une étude sur les biotechnologies en Égypte, qui illustre les difficultés de la recherche. Ils ont choisi un secteur particulièrement actif au niveau international, qui requiert des capacités d'adaptation rapide aux changements incessants. Il s'agit d'un domaine très porteur, avec de nombreuses applications en agriculture et en santé, qui facilitent l'autofinancement. Les auteurs décrivent un système de recherche consistant et même pléthorique, avec des chercheurs bien formés, y compris grâce à des séjours à l'étranger. Mais si les briques nécessaires pour l'édification d'un ensemble de laboratoires compétitifs existent, l'édifice reste très en retrait des espérances : la Cité Moubarak de la science et de la technologie, située dans la zone industrielle d'Alexandrie, stagne. Les auteurs indiquent les défauts de gouvernance qui paralysent le système : les difficultés de prise de décision à travers des canaux multiples, la faible rentabilité des employés, due aux salaires bas et aux conditions de travail, les carences de la gestion pour la fourniture de pièces et de matériel de base, les biais créés par l'afflux intermittent d'argent étranger sans gestion rigoureuse. Finalement, les quelques laboratoires prospères et actifs se trouvent surtout à l'université, ils tablent sur l'excellence et s'autofinancent grâce à l'étranger, ou font partie de lourds programmes de coopération, à but commercial, comme la production et la diffusion d'OGM.

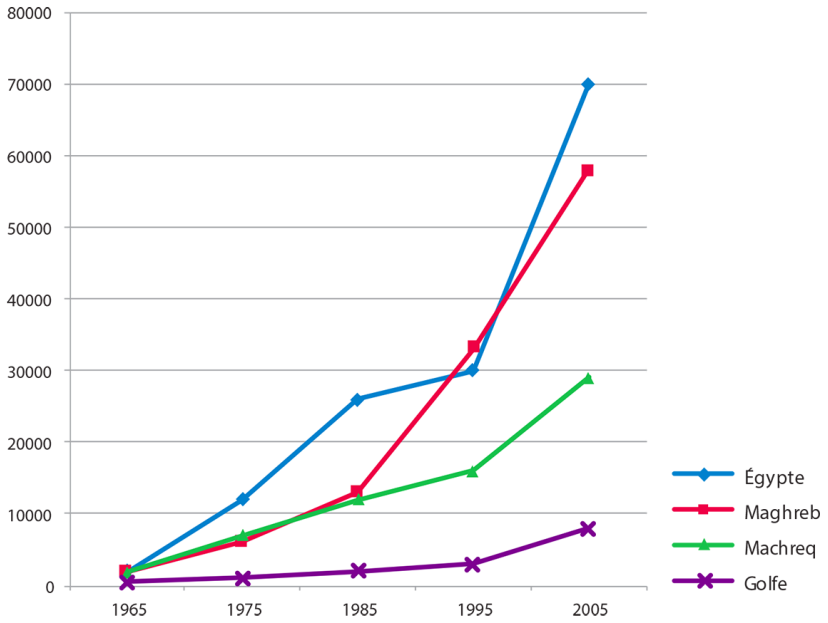


Figure 1 – Développement des universités dans les pays arabes (1965-2005). *Source : Waast, 2010, p. 191*

1.2 Le paysage scientifique contemporain du monde arabe. Convergences et spécificités

En 2014, les dix-sept pays arabes ne forment pas une région scientifique fortement structurée, en dépit de leurs liens linguistiques et culturels (Nour Samia Satti, 2005). Leurs universités et notamment leurs facultés de médecine se sont développées à des dates et dans des contextes fort différents. Néanmoins, un trait frappant (aussi observable en beaucoup d'autres régions en développement) consiste dans la croissance fulgurante des établissements d'enseignement supérieur en un demi-siècle (Mouton et Waast, 2009) (fig. 1).

Au Maghreb, au cours de la deuxième moitié du XX^{e} siècle, la démographie estudiantine a augmenté très rapidement. La massification de l'enseignement supérieur était, comme en Égypte, destinée à tenir les promesses de l'État-nation et à lui fournir des cadres. Dans le cas de l'Algérie, le financement provenait de l'État disposant de ressources naturelles (pétrole et gaz). La recherche n'a pas constitué un débouché important pour les diplômés sans emploi dont le nombre croissant a entraîné des remous dans les trois pays. Les critiques portées contre le système universitaire ont été les mêmes qu'en Égypte : mauvaise qualité de l'enseignement liée à la massification, inadaptation aux besoins des pays et au marché, en particulier en Algérie, bien qu'il existe des îlots d'excellence dans les grandes écoles et au sein même des universités.

Le contexte général dans les trois pays est également celui d'une arabisation inégalement maîtrisée. C'est en Algérie que le tournant a été pris de la manière la plus

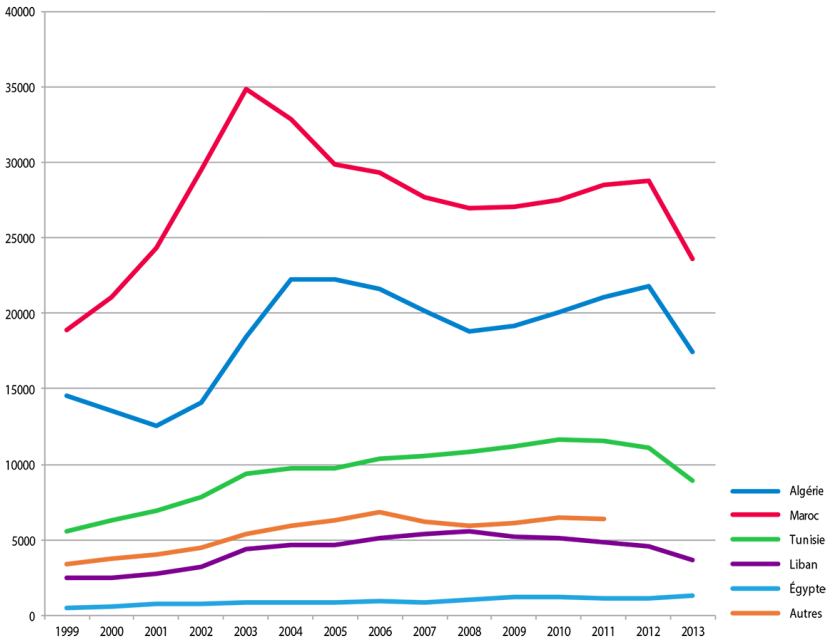


Figure 2 – Nombre d'étudiants marocains, algériens, tunisiens, libanais et égyptiens dans les universités françaises, au cours des cinquante dernières années. *Source : Données du ministère de l'Enseignement supérieur français recueillies par l'Unesco (graphique par Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 153)*

abrupte, compte tenu de l'importance du français dans l'enseignement antérieur, avec importation massive d'enseignants arabophones, notamment égyptiens. Mais dans les trois pays s'est posée la question de la place relative faite à l'arabe et aux langues de communication. En médecine, l'enseignement demeure en français. Il existe un clivage linguistique préjudiciable à un échange harmonieux entre les disciplines et à l'égalité sociale.

L'évolution récente se fait vers des filières courtes plus professionnalisées assurant un emploi à la sortie des études, au détriment d'études moins directement arrimées au marché de l'emploi, et des voies menant à une recherche sans structure d'accueil bien précise, en l'absence notamment d'ententes entre l'université et l'entreprise.

5 % des étudiants étudieraient hors de leur pays mais beaucoup plus sont candidats au voyage. Or ils ont de plus en plus de mal à accéder à une spécialisation ou à une thèse dans les établissements européens et américains. Les difficultés n'ont cessé d'augmenter avec la fermeture sécuritaire de l'espace de Schengen. Dans le cas de la France, la mise en place de l'espace Campus France en 2005 n'a pas renversé la tendance (Moulin, 2012), la diminution du flux d'étudiants maghrébins est nette (Hanafi et Arvanitis, 2013) (fig. 2).

L'État égyptien a adopté en 2000, avec l'aide de la Banque mondiale, le « *Higher Education Enhancement Program* », introduisant de nouveaux instruments comme la

réforme par appels d'offre. L'État devient un « supercoordinateur » des partenaires (*stakeholders*). Les programmes de recherche financés de l'extérieur apportent un soutien appréciable mais aussi des contraintes et un pilotage qui n'est pas nécessairement en rapport avec les priorités du pays. Ils suscitent aussi des dérives. Avec le 7e PCRD (Programme Cadre de Recherche et de Développement) prévu pour 2007-2013, l'État égyptien avait institué une taxe sur tous les versements de l'étranger, de l'ordre de 20 %, qui devait s'appliquer aux fonds décrochés par les chercheurs. Cette taxe a été abolie en 2013, mais personne ne sait comment ces nouvelles mesures sont appliquées, et cette incertitude est la porte ouverte à interprétations divergentes et à un certain degré de corruption.

1.3 Pour pallier les maux : alignement sur les tendances mondiales ou solutions réelles ?

Un peu partout dans le monde arabe, les problèmes du système d'enseignement supérieur et de recherche apparaissent donc largement communs à l'ensemble des pays de la région, comme les solutions proposées et mises en œuvre.

1.3.1 Autonomie et privatisation des universités

À partir de 1998, sous l'influence des pays anglo-saxons fiers de leurs *Ivy Leagues* dont Harvard ou Stanford sont le prototype, le principe libéral a gagné partout du terrain dans la région dans l'enseignement supérieur, contre le monopole d'État.

Le Maroc compte aujourd'hui quatorze universités qui ont acquis une autonomie relative en 2002. Mais les universités privées s'y multiplient, de façon plus accentuée que dans les deux autres pays du Maghreb. En raison de sa plus grande stabilité politique, le Maroc attire les capitaux plus que ses deux voisins. L'augmentation des droits d'inscription dans les établissements privés est supposée permettre de mieux payer les enseignants et d'améliorer l'enseignement en achetant du matériel pédagogique, ce qui implique une participation financière accrue des familles. Au Maroc, parmi de nombreux instituts privés « professionalisants », les deux seules universités privées agréées veulent préfigurer un nouveau modèle d'établissement, vigoureusement tourné vers l'innovation, les entreprises, le dépôt de brevets, plus que vers la recherche de base (ou appliquée sans clients), cultivant les liens avec le ministère de l'industrie qui dispute le rôle de leader de la recherche à son traditionnel dépositaire, le ministère de l'enseignement supérieur (voir le chap. XI, Kleiche-Dray et Mellakh).

Mais l'augmentation d'autonomie et la privatisation des universités serviront-elles vraiment à augmenter l'efficacité de la formation ou simplement à favoriser les intérêts privés aux dépens de l'intérêt général ? Est-ce un prélude à la dissolution de l'État ou un simple réaménagement du pouvoir de décision ?

La plupart des États du Maghreb et du Moyen-Orient sont des états forts où le laisser faire dans le domaine de l'enseignement et la recherche apparaît tactique et ne signifie pas le renoncement au contrôle politique et intellectuel. Les encouragements à la réforme émanent d'organisations internationales comme le PNUD, qui soulignent en matière d'éducation (2013) l'importance d'une bonne gouvernance ou l'intervention de la société civile dans le choix des grandes options de l'enseignement supérieur et de

la recherche. Mais là gît encore la contradiction : des gouvernements à tendance autocratique peuvent-ils encourager une gestion démocratique qui risque de se retourner contre eux ?

La filière médicale est jusqu'à présent peu touchée par les réformes. Elle demeure prestigieuse et recrute les premiers au classement. L'aura du titre, le mélange de sciences et d'humanité, la possibilité d'opter pour le service public ou de s'installer en pratique libérale concourent à maintenir l'attractivité de ces études. La recherche joue un rôle croissant, mais elle attire plus les biologistes que les médecins, pas toujours pressés d'embrasser un métier encore peu connu et peu valorisé socialement.

1.3.2 Intégration à des espaces de recherche élargis

La « Déclaration de la Sorbonne » a inauguré le « processus de Bologne » : l'Union européenne a promu l'introduction du système LMD (Licence-Master-Doctorat) pour faciliter la formation d'un « espace européen de la recherche ». Au Maroc, l'adoption du LMD est le point de départ d'une réforme conçue à la fin des années 2003 (Kleiche-Dray et Belcadi, 2008). La Tunisie et l'Algérie l'adoptent en 2006. Un agenda commun d'internationalisation se dessine donc au Maghreb, renforcé par la promotion d'un espace euro-maghrébin de la recherche et de l'enseignement.

EuroMed finance des projets de recherche dans le cadre d'un « espace euro-méditerranéen de l'innovation », avec une dimension à la fois bilatérale et multilatérale, intervention d'organisations internationales et d'ONG, toutes mesures assorties d'un impératif d'autoévaluation, avec la bénédiction de la Banque mondiale. Ces projets de courte durée exigent des résultats immédiats dans des domaines où l'investissement ne peut être qu'à long terme (par exemple recherches sur l'épidémiologie des cancers ou prospection de nouvelles familles thérapeutiques).

Dans le Golfe, c'est plutôt au géant américain que les écoles cherchent à s'arrimer, mais pour la médecine, le sultanat d'Oman s'adresse avec un grand éclectisme à l'Australie, l'Allemagne, l'Angleterre et la France.

1.3.3 Réorientation des flux étudiants

Une autre tendance de la conjoncture est l'apparition de nouveaux flux étudiants. D'une part, les flux traditionnels du Maghreb vers la France se sont heurtés à une politique de sélection souvent vexatoire et jugée arbitraire, et les candidats se sont tournés vers d'autres destinations comme le Canada, en raison de la francophonie. Ils circulent davantage à l'intérieur du Maghreb. Enfin, un flux d'étudiants en provenance d'Afrique subsaharienne, en particulier Afrique de l'Ouest, se dessine au Maghreb (Infantino, 2011).

Un phénomène récent est la délocalisation des enseignements par l'ouverture d'universités numériques, qui font espérer l'obtention aisée d'un diplôme en restant chez soi. Les MOOC (*Mass Open Online Courses*), lancés initialement par Stanford et Harvard, font des émules dans le reste du monde. L'éducation supérieure tend ainsi à devenir une marchandise comme les autres, avec la vente de télé-enseignements, parfois au terme d'une démarche promotionnelle qui utilise la gratuité provisoire pour attirer

le chaland. Il est trop tôt pour juger des conséquences de cette massification d'un nouveau genre, où le rapport à l'enseignant et presque la matière enseignée devient virtuel. En médecine, le télé-enseignement se répand également mais pour le moment apporte des solutions aux praticiens enclavés plutôt qu'une véritable initiation à la recherche.

Au vrai, pour les inventeurs des MOOC (MIT) l'important ne réside pas dans les cours mais dans les TD (travaux dirigés). L'objectif final est d'inciter les meilleurs à rejoindre leur propre campus. Un réquisit que tentent de contourner les pays du Golfe, qui développent depuis peu une vigoureuse politique d'attraction chez eux de campus étrangers prestigieux, de préférence accompagnés par la R & D en rapport avec des entreprises multinationales.

1.3.4 Les universités du Golfe

Les universités du Golfe, les dernières fondées, incarnent avec dynamisme les tendances commerciales et libérales de la conjoncture contemporaine.

L'Université du roi Ibn Saoud en Arabie comporte depuis 1969 une faculté de médecine, assortie d'un institut de recherche, en lien avec l'hôpital universitaire du roi Abdulaziz, avec de nombreuses collaborations avec les pays d'Europe et les États-Unis. La King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) est un cas à part. Elle a été financée sur la cassette personnelle du roi, avec une contribution de l'ARAMCO, le trust pétrolier américain. C'est une sorte de Floride située à Thuwal, sur la côte, à 80 km au nord de Djedda, avec un aréopage de professeurs jouissant d'une notoriété acquise ailleurs. Elle forme à la recherche et à l'ingénierie dans divers domaines des biosciences (agronomie et environnement). En l'absence d'hôpital adjoint, la médecine vétérinaire y a le pas sur la médecine humaine. Excellence rime avec international. « *Our faculty members come from across the globe to form a community of scientists and scholars. They conduct cutting-edge research and develop our talented, international students and young researchers.* [2] » Toutes les techniques biologiques de pointe sont au rendez-vous pour produire les innovations dont l'Arabie, mais aussi le monde entier, ont besoin, dit le prospectus sur le site. Ajoutons que c'est la seule université à accepter les filles dans des enseignements communs.

Les autres pays du Golfe semblent plus soucieux que l'Arabie de former en priorité les élites locales. Ils assurent d'abord une formation professionnelle, mais posent des jalons pour la recherche. L'université des Émirats arabes unis, créée en 1976, est située dans l'oasis Al-Aïn près d'Abu Dhabi. Le Centre Zayed pour les sciences de la santé a un programme doctoral. Au Qatar, le système de santé est supposé intégrer enseignement et recherche, d'une façon unique dans tout le Golfe. L'université canadienne de Calgary y a implanté une sœur jumelle qui forme des infirmières, dans une optique de recherche, y compris dans le domaine de l'éthique et des droits des patients. Dans ce pays, le collège médical issu de Cornell aux États-Unis est la seule école de médecine. Il a été fondé en 2002 et ses premiers diplômés, près de 200 médecins, sont sortis en 2008. Mais jusqu'en 2014, le Qatar n'assurait que le premier cycle, complété ensuite à la maison-mère à New York. À Bahreïn, l'Université du Golfe comporte un collège de

2. http ://www.kaust.edu.sa/research/research.html#sthash.i4BfeZZ9.dpuf.

médecine à Manama, et en Oman la faculté de médecine a été créée, à Mascate, à l'université du sultan Qabous, en 1986 (Beaudevin, 2010). En 2001, l'Oman Medical College a été fondé en partenariat avec la faculté de médecine de l'université de West Virginia. L'actualité galope et les pays d'Europe se pressent pour prendre leur part du marché étudiant, sur le modèle de l'Université de New York ou de la Sorbonne à Abou Dhabi.

1.3.5 De nouvelles formes de science

Les universités rappelaient des tours d'ivoire, coupées de l'industrie comme du public. L'idée des « cités de la science » a été de rétablir des passerelles. Bénéficiant de financements généreux des états ou de fondations, ces cités sont supposées favoriser l'interaction entre les disciplines, attirer les esprits brillants et entreprenants, améliorer l'interaction entre recherche et entreprise, bref résoudre les différents problèmes rencontrés ailleurs. La Cité Moubarak a représenté une telle tentative mais n'a pas donné les résultats attendus. L'échec d'Ahmad Zawil à implanter son université d'excellence dans une futuriste Cité des sciences, en raison des méandres de la bureaucratie égyptienne, a été de mauvais augure pour des tentatives du même genre pour les étoiles de la diaspora.

L'Arabie a édifié la Cité Abdulaziz pour la science et la technologie, qui héberge l'Agence nationale pour la science et ses laboratoires. Il s'agit d'une ville-science avec des équipes de recherche pluridisciplinaires, qui disposent d'un énorme budget (pour 2011 un demi-billion de dollars dont un tiers concerne la médecine). Elle coproduit le journal *Biotech* avec l'éditeur Springer. La Fondation Abdul-Aziz pour les sciences a créé à Rabat le meilleur centre mondial pour la documentation en langue arabe. La Jordanie dispose d'un Parc des sciences princier, le parc El-Hassan, sous le patronage de la Royal Society. Nombreuses sont les fondations qui œuvrent en faveur de la recherche avec différents agendas.

La SASTA (Society for the Advancement of Science in the Arab World*)* illustre le rôle possible de la diaspora. Elle est née en 2013 d'un rapprochement de l'université de San Diego en Californie et de l'université de Jordanie. La SASTA vise, comme son intitulé l'indique, à préparer la renaissance de la science arabe et, en attendant, à faire connaître les découvertes de chercheurs arabes expatriés, même s'ils ont fait toutes leurs études en Occident. Par exemple, elle célèbre les travaux du chimiste Nabil Seida, parus dans le prestigieux PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*) et décrivant, sur la base d'études chez la souris [3], une protéine du cerveau impliquée dans la mémorisation et le repérage spatial, avec des retombées possibles sur le traitement des maladies d'Alzheimer et de Parkinson [4]. La SASTA mène une activité de plaidoyer et de communication et acclame toute découverte faite en terre arabe, comme la récente découverte de fossiles en Arabie saoudite.

Les cités de la science peuvent toucher un public peu familier avec la recherche locale qui ne connaît pas d'opérations « Portes ouvertes ». En Égypte, les musées restent réservés aux élites, et leurs vitrines ne familiarisent guère les visiteurs avec l'appren-

3. http ://.pnas.org/content/early 2013/10/04/1314698110.abstract.
4. http ://www.sastaworld.com/news-item/dr-hilal-lashuels-group.

tissage de la science contemporaine. Située dans une baie grandiose, la Bibliotheca Alexandrina joue avec le souvenir de la grande bibliothèque d'Alexandrie, détruite au IIIe siècle. Elle contient huit millions d'ouvrages et reçoit un flot ininterrompu d'écoliers, d'étudiants et de visiteurs. On peut sur des ordinateurs feuilleter des manuscrits anciens, mais la bibliothèque est peu orientée vers l'apprentissage des sciences et des techniques contemporaines. Pourtant une initiative telle que le Cairo Science Festival, inauguré en avril 2010 par Farouk al Baz, directeur du centre de *Remote Sensing* à Boston, a été un grand succès.

2 Vue d'ensemble. *Surveys* institutionnels et scientométrie

Face au foisonnement des établissements et à la multiplicité des intervenants, il est bon de tenter une typologie des configurations des systèmes de recherche, par pays, avec des indications sur les ressources institutionnelles (nombre d'institutions, statuts), humaines et matérielles (financements, gestion) et leur gouvernance. Une comparaison est ainsi rendue possible, qui doit évidemment tenir compte de la taille des pays et du niveau de leur économie. Il est aussi intéressant de recourir à la bibliométrie qui fournit un profil des capacités reconnues, en tout cas visibles, dans tous les domaines scientifiques, même si l'outil a des limitations. Nous puisons ici à ces deux sources d'information.

2.1 *Surveys* institutionnels

On dispose depuis peu d'une série de *surveys* attentifs et tenus à jour menés sous l'égide de la Communauté Européenne, sous la direction de Rigas Arvanitis ; ils ont pour nom ESTIME, ASBIMED, MIRA. On peut, à leur lecture, répartir les pays arabes en quatre groupes (Sari Hanafi et Arvanitis, 2014, p. 57-58) (fig. 3).

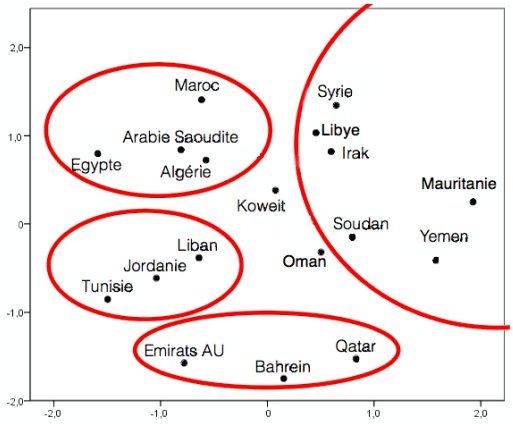


Figure 3 – Représentation des pays en fonction de deux paramètres, la dimension du système de recherche et la taille du pays. Les pays petits et dynamiques sont plutôt figurés. en bas et à gauche, les grands pays dynamiques en haut et à gauche. *Source : Hanafi et Arvanitis, 2014, p. 17*

- Un premier groupe de pays bénéficie d'importants systèmes de recherche : Maroc, Égypte, Arabie saoudite (politique nationale définie depuis 2003) et

Algérie, avec plusieurs collaborations internationales, et des universités relativement bien dotées.

- De petits pays peu étendus, dynamiques, sont bien intégrés à de grands ensembles internationaux, comme la Tunisie, la Jordanie et le Liban. La Tunisie a le système de recherche le mieux structuré du monde arabe avec un système d'évaluation rodé incluant des experts extérieurs. Elle dispose d'un programme national de soutien à l'innovation, comprenant des projets cofinancés notamment avec les États-Unis. La Tunisie encourage l'innovation en partenariat avec l'industrie, en particulier en biotechnologies. Le Liban possède le plus grand nombre relatif de chercheurs et de publications et des niches de recherche spécifiques, en dépit de la minime implication d'un gouvernement chroniquement faible et de son absence d'écoles doctorales locales. L'université Saint-Joseph, par exemple, vient de créer un centre de recherches ultramodernes consacré aux sciences médicales, le pôle « Technologie Santé ».

- Des pays en rapide expansion comme les Émirats arabes unis, le Qatar, le Bahreïn et l'Oman, poursuivent une politique agressive de développement universitaire en utilisant leurs ressources pour attirer les investissements étrangers dans la science. Le Qatar a développé une stratégie nationale de recherche et créé un pôle de sciences biomédicales et de sciences du soin.

- Des pays inclassables pour des raisons diverses sont en perte de vitesse, comme le Soudan, l'Irak (mais l'Université a été reconstituée en 2010), le Yémen et, on peut gager, la Syrie.

Pour évaluer les recherches plus précisément, les experts emploient des outils empruntés au management des entreprises, par exemple l'analyse dite SWOP portant sur *strong points*, *weaknesses*, *opportunities*, *challenges* : points forts, points faibles, opportunités, défis à relever. Ils disposent d'autres indicateurs tels que la stabilité politique, le nombre de brevets en collaboration, les partenariats publics / privés...

Le tableau 1 ci-dessous se ramène finalement à quatre grands modèles géopolitiques (Hanafi et Arvanitis 2014) :

- un modèle maghrébin centralisé où la recherche se déroule principalement dans les universités et les centres publics d'investigation (ECOSOC, 2013). La Tunisie apparaît en biomédecine comme un *leader* régional ;
- un modèle moyen-oriental centralisé où la recherche se déroule principalement dans des instituts et des universités publiques : Syrie / Égypte / Irak ;
- un modèle Liban et Jordanie, marqué par la décentralisation ; la recherche biomédicale est très active au Liban à l'Université américaine et à l'université Saint-Joseph, qui rivalisent pour attirer les meilleurs étudiants et les collaborations internationales ;
- un modèle « Golfe », avec des universités publiques ouvertes aux coopérations internationales, l'appel à l'installation de campus étrangers, une gouvernance décentralisée, des fondations pour la recherche actives, un appel aux étran-

gers de renom et un effort considérable de communication et de publicité à l'extérieur.

Tableau 1 – Quatre modèles institutionnels de la recherche dans le monde arabe

Type	Pays	Aspects principaux de gouvernance et d'organisation
Modèle des pays du Golfe	Pays du Golfe persique	- Gouvernance tournée vers le marché - Fonds de financement centralisés *de facto* - Grandes universités publiques ouvertes aux enseignants étrangers et universités étrangères - Recherche concentrée sur les collaborations internationales et peu de projets Fondations pour la recherche
Modèle du Proche-Orient	Syrie Égypte Iraq	- Gouvernance centralisée - Grandes universités publiques – rares universités privées de création récente - Recherche concentrée dans les universités (en dehors de la recherche militaire et agricole)
Modèle du Machrek	Liban Jordanie	- Gouvernance décentralisée - Financement public, plutôt centralisé de facto. Abondance de sources alternatives de financement privé - Liban : recherche concentrée dans des universités privées sans but lucratif et une seule université publique ; Jordanie : recherche concentrée pour l'essentiel dans deux grandes universités publiques
Modèle du Maghreb	Algérie Maroc Tunisie	- Gouvernance centralisée du financement et de la gestion dans les organismes exécutant la recherche - Grandes universités publiques - Recherche essentiellement dans les universités et les organismes publics de recherche par mission

Source : Rapport ESTIME, 2007. Voir aussi Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 43 où ces modèles d'organisation et de gouvernance sont discutés dans le détail.

Les tableaux 2 et 3 ci-après récapitulent les traits essentiels des « systèmes de recherche » dans différents pays arabes : les solutions adoptées varient en fonction des modèles institutionnels choisis. (Synthèse du rapport ESTIME : Arvanitis, 2007, p. 21).

Tableau 2 – Typologie des systèmes de recherche

Type	Principales caractéristiques	Pays
1.	Grand système, centralisé et dynamique	Égypte, Maroc, Arabie saoudite, Algérie
2.	Grand système, centralisé et de faible performance	Iraq, Libye, Soudan, Syrie
3.	Petits système dynamique	Tunisie, Lebanon, Jordan, Kuwait
4.	Petit système, flexible et orienté par la marché	Qatar, Émirats arabes unis

Source : Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 45

Tableau 3 – Composantes des « systèmes de recherche » dans différents pays arabes

Pays	Document politique S&T	Organisme permanent de politique de recherche nationale		Agences de financement	Autres mécanismes de financement	Type de gouvernance	DIRD/PIB (%)
		Conseil	Ministère				
Algérie	Oui (Nat. Plan, 1998)		Oui		Programmes nationaux + fonds nationale RTD	Centralisé	0,25*
Maroc	Oui (Vision 2006)		Département d'un grand ministère (depuis 2004)	CNRST	Différents fonds pour l'innovation : PTI, incubateurs	Centralisé	0,8*

.

Tunisie	Oui (5e Plan depuis 1977)		Oui	Fondation nationale en 1989. Pas d'agence indépendante depuis	Différents fonds pour l'innovation (FRP, NPRI, PTI, technoparcs)	Centralisé	1,0*
Égypte	Non	Auparavant Académie des sciences	Oui	STDF / RDI et autres fonds	Initiatives de plusieurs ministères	Centralisé	0,2**
Liban	Oui STIP = Vision (2006)	Oui CNRS	–	CNRS depuis 1962	Organismes obtiennent appuis variés	Décentralisé	0,22*
Jordanie	Non	Oui HCST	–	HCST depuis 1987	Organismes obtiennent appuis variés	Décentralisé	0,34*
Syrie	Non	Établit en 2007 – sans influence réelle	–	Non		Décentralisé	0,12**
Bahrain	–	Higher Education Council	–	BCSR		Orienté par le marché	0,04 **
Oman	–	The Research Council	–	OCIPED Invest Promo 2002	Sponsors	Orienté par le marché	0,07**
Émirats	–	Institutional Research and Strategic Planning	–		Sponsors	Orienté par le marché	0,2
Qatar	–		–	Qatar Foundation	Sponsors	Orienté par le marché	0,6**

Koweit	–	En discussion	Oui Min. Enseignement sup. et Recherche	KFAS à la fois financement et coordination depuis 1988	Sponsors	Orienté par le marché	0,2
Arabie saoudite		KACST	Ministère de l'Éducation	KACST depuis1977		Centralisé	0,14**

Source : Rapport ESTIME (Arvanitis, 2007, p. 21). Quelques mises à jour postérieures référencées dans Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 52-53

2.2 Scientométrie

Mais il ne suffit pas de disposer d'institutions, ni même d'une politique, d'équipements et de ressources humaines pour que suive une production régulière. Des indicateurs spécifiques ont été imaginés pour saisir l'« *output* » scientifique. Ils reposent pour l'essentiel sur des bases de données bibliographiques [5] et des outils de *scientométrie*. Ces indicateurs permettent des mesures de performance (brevets déposés, articles scientifiques publiés : volume, visibilité, influence dans chaque discipline...), des comparaisons entre auteurs, entre institutions et pays, et leur suivi dans le temps.

Au-delà des controverses sur le bien fondé de telle ou telle méthode (et sur ses possibles mésusages), il n'est pas sans intérêt de s'arrêter sur quelques ordres de grandeur qui concernent les pays arabes : ils ne prêtent guère à discussion (Rossi, 2010). En premier lieu, leur production scientifique (hors sciences humaines et sociales) – naguère presque seulement attachée à l'Égypte, a fortement progressé depuis les années 1990. Le Maghreb en est premier responsable, suivi par le Machreq dans les années 2000 et depuis peu par les pays du Golfe. Cette production est devenue « visible », et compte désormais « en volume » pour environ 15 ‰ de la production mondiale. Le Maghreb, Tunisie en tête, fait jeu presque égal avec l'Égypte (dont la production continue d'augmenter). Le Machreq (en sciences désormais pratiquement réduit au Liban et à la Jordanie) suit à bonne distance, et les pays du Golfe, quasi inexistants jusqu'il y a une décennie, font un grand bond en avant par des voies hétérodoxes (importation de chercheurs et de campus étrangers) (fig. 4).

5. Soigneusement entretenues, les plus utilisées sont le SCI (maintenant *World of Knowledge*, produit par Thomson-Reuters), SCOPUS (produit par Elsevier) et Google Scholar. Chacune se compos de notices décrivant des articles scientifiques (auteurs et leur affiliation institutionnelle – pays compris –, sujet, discipline et domaine concernés, date et lieu de publication, citations incluses). Le SCI se fonde sur un panier restreint de revues dépouillées (« les meilleures du monde », estime-t-il). SCOPUS se targue d'une couverture plus large. Google s'ouvre non seulement aux articles d'auteurs universitaires, mais à des livres, et aux écrits de journalistes spécialisés ou d'usagers éclairés. Cette base met aussi en avant non seulement le nombre de citations faites et reçues, mais le nombre des vues et des téléchargements de chaque item enregistré.

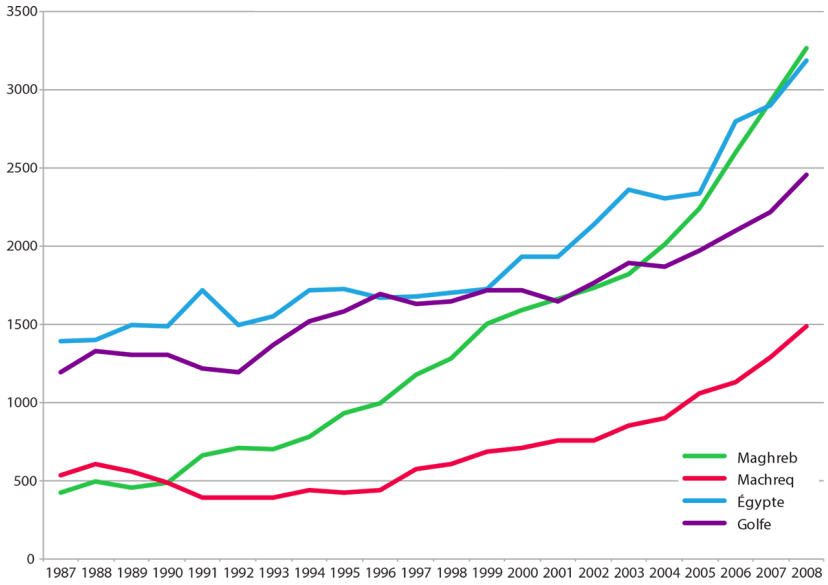


Figure 4 – Nombre d'articles scientifiques de la région arabe référencés par le Web of Science. *Sources : données* Web of Science, *calculs P. L. Rossi (IRD) ; données publiées dans l'*Arab Knowledge Report *(Al-Maktoum Foundation et UNDP, 2009, p. 197)*

Un second trait remarquable est la *sur-spécialisation* de tous les pays arabes en sciences de l'ingénieur, en chimie et souvent en mathématiques, grands domaines qui y occupent une place plus importante que dans la moyenne mondiale, et à l'inverse, une sous spécialisation dans d'autres grands domaines, particulièrement la biologie fondamentale et les sciences médicales. Cette tendance générale distingue les pays arabes des autres pays en développement comparables. L'Égypte est typique à cet égard, comparée au reste du monde (fig. 5).

La figure suivante s'attache en particulier aux « sciences de la vie » qui, même si elles font l'objet globalement d'une sous-spécialisation (nombre de sous domaines sont absents du tableau) présentent aussi des points forts, variables selon les lieux.

On pourrait entrer dans plus de détails, et construire des « tableaux de bord » comparant la production des pays, ou dans un même pays les institutions dans une centaine de sous-domaines et au fil du temps (fig. 6).

La couleur des cases indique les *progrès* accomplis par rapport à la précédente période (1998-2000). L'Égypte est, par exemple, en retrait à propos des maladies infectieuses. Cela ne l'empêche pas de rester le principal producteur en ce domaine (chiffres en rouge).

La Tunisie et le Liban marquent à l'inverse une expansion dans la plupart des domaines.

Ces indications peuvent guider des politiques ou mesurer leurs effets, voire révéler des foyers d'activité qui, s'ils sont méconnus par les autorités, ne le sont pas dans le milieu

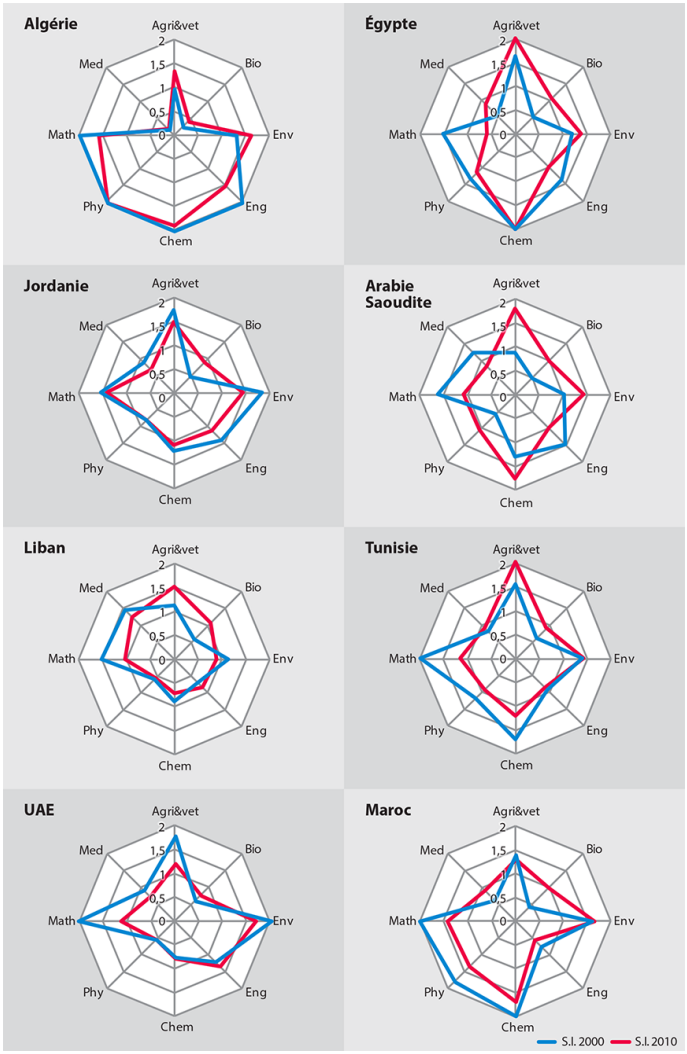


FIGURE 5 – Spécialisation disciplinaire de l'Égypte, en 2000 et 2010. *Sources : données SCOPUS (scimago), calculs et représentations Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 100*

des pairs et les revues[6] (Waast, 2013). La bibliométrie découvre aussi des réussites inattendues en des domaines pourtant peu financés, à l'écart des priorités affichées. Le « facteur d'impact » des articles publiés y surpasse la spécialisation construite, voire la contredit (fig. 7).

6. Ainsi lorsqu'est reconnue l'irruption du Sida en Algérie, c'est l'OMS qui signale au gouvernement l'existence de son « trésor vivant » : un virologue susceptible de prendre la tête de la lutte contre cette maladie (Waast, 2013). Autre exemple : lors d'une évaluation du système de recherche au Maroc, c'est la bibliométrie qui révèle aux experts consultés et au gouvernement l'existence d'une recherche pointue en traitement du signal dans un établissement « mineur » de Fès. Il est vrai qu'il avait (sans bruit ?) remporté plusieurs appels d'offre européens en alliance avec des Autrichiens (Kleiche-Dray et Waast, 2008).

Sciences Agricoles - Publications 2001-2003 et évolution par rapport à 1998-2000

	Egypte	Maroc	Tunisie	Algérie	Jordanie	Syrie	Liban	Palestine
Hydrologie	28	75	41	39	32	ns	20	14
Irrigation	ns	ns	8	ns	ns	ns	ns	ns
Sols	28	52	25	24	21	ns	ns	ns
Conduite des cultures	24	27	16	ns	15	15	ns	ns
Amélioration des plantes	36	60	43	14	22	45	ns	ns
Physiologie végétale	56	24	18	ns	ns	ns	ns	ns
Entomologie agricole	55	33	20	10	20	ns	ns	ns
Ecologie de base	37	63	35	25	ns	ns	ns	ns
Ecologie appliquée	53	36	22	12	ns	ns	ns	ns
Industrie Agro-Alimentaire	141	47	70	17	27	ns	ns	ns
Microbiologie	75	47	57	ns	17	ns	ns	ns
Biotechnologie (méthodes...	45	9	20	ns	4	ns	ns	ns
Biotechno industrielle	27	19	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Production animale	13	ns	17	ns	ns	ns	ns	ns
Zoologie	20	16	31	10	ns	ns	ns	ns
Physiologie animale	43	24	21	16	ns	ns	10	ns
Biochimie	14	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Biologie moléculaire	10	ns	18	ns	ns	ns	ns	ns
Génétique	ns	ns	11	ns	ns	ns	ns	ns
Biologie physique	11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Score régional max	En hausse	Stable	En baisse

Figure 6 – Tableau de bord : évolutions comparées en sciences médicales : huit pays méditerranéens. N. B. Les chiffres dans les cases indiquent le nombre de publications enregistrées de 2001 à 2003 (trois années pleines). Pour chaque domaine, le chiffre le plus élevé est figuré en rouge. Le sigle « ns » renvoie à un score inférieur à 6

Ainsi en Algérie pour l'écologie (essentiellement des zones arides) ; ou au Maroc pour la zoologie.

Pour conclure, la bibliométrie reste un outil incontournable pour tout essai de synthèse de type *macro* sur la science installée. Mais elle n'est pas seulement insuffisante pour répondre à toutes les questions (Gingras, 2014). Plus généralement, le caractère cumulatif et abstrait des données n'instruit guère sur les processus cognitifs et sociaux sous-jacents à la recherche dans chaque pays, sur le rôle de figures charismatiques et de petits cénacles, et sur les caractéristiques de l'activité intellectuelle dans les laboratoires. Beaucoup de questions restent sans réponse sur l'initiative, la répartition et la conduite de la recherche, le choix des sujets, la façon dont les vocations s'éveillent, et dont le public comprend et encourage la recherche : bref sur la science « vue d'en bas ».

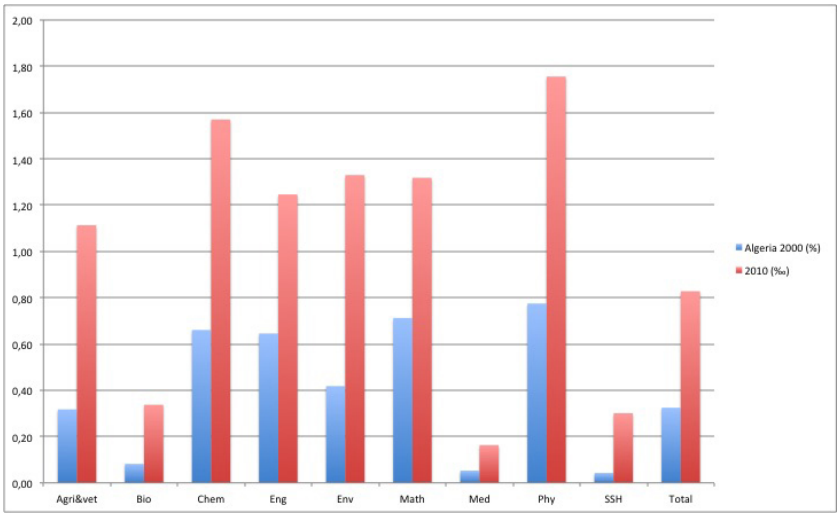


FIGURE 7 – Spécialisation et impact dans les domaines majeurs d'un pays (Algérie). *Sources : données SCOPUS (scimago), calculs et représentations Hanafi et Arvanitis, 2016, p. 100 et annexe p. 313-319*

3 Vue en plongée dans la science

Pour dépasser les limites de la bibliométrie, et rentrer tant soit peu dans la fabrique de la science (dispositions, contraintes, contenus), l'observation directe de « tranches de vie » est donc indispensable. C'est ce que nous tentons dans cette troisième partie, qui sera limitée, nous l'avons dit, aux sciences biologiques et médicales.

3.1 Santé et recherche dans le monde arabe

Un bilan de la santé dans le monde arabe (El-Zein, 2014) fait ressortir que les maladies infectieuses, à l'exception du Sida, ne sont plus la principale cause de mortalité, et que la plupart des pays sont en pleine transition épidémiologique, c'est-à-dire passage à la prédominance des maladies chroniques, affections cancéreuses, inflammatoires et cardio-vasculaires (les cardiopathies ischémiques entraînent 15 % des décès). À remarquer que le concept de transition épidémiologique est dû à Abdel Rahim Omrane, chercheur égyptien émigré aux États-Unis, dont la publication de 1971 a battu un record de citations (Weisz, 2009).

L'espérance de vie a considérablement augmenté. La plus basse est au Yémen (et en Afghanistan), en corrélation avec le caractère récent et peu développé du soin. Les causes du taux élevé de mortalité maternelle et infantile sont bien établies par la recherche. Mais la situation perdure, en raison du manque d'infrastructures et de formation des équipes. La recherche en soins infirmiers et kinésithérapie est notoirement peu avancée, en raison du statut inférieur des professionnels consacrés aux soins du corps.

La région a connu un rapide changement dans les comportements alimentaires, passant d'un mode traditionnel à une consommation de produits importés de qualité variable.

La production agricole a été aussi bouleversée par l'emploi massif de pesticides et de fertilisants. La recherche peine à apprécier l'impact probable de ces changements sur la pathologie (Moulin 2011). La pollution des villes a été mesurée dans les capitales comme Le Caire (Fayez 2008), mais son impact sur l'asthme, les allergies et les insuffisances respiratoires chroniques n'a pas suscité de programme de recherche régional ou international (Hopkins 2001). Il n'y a pas de « feuille de route » pour la santé environnementale dans le monde arabe.

Afin d'explorer plus en profondeur les processus de fabrication de la science et aussi d'appréhender le lien entre recherche et société, j'ai tenté une approche à la fois géographique et thématique :

- Géographique : j'ai étudié la dynamique d'un ensemble d'instituts de recherche, les Instituts Pasteur du Maghreb, passés d'une histoire coloniale (les « instituts Pasteur d'Outremer ») à l'intégration dans un réseau (le Pasteur Institutes International Network).

- Thématique : avec trois domaines en pleine expansion dans la région : la génétique des maladies héréditaires, la transplantation d'organes, et les recherches sur les maladies émergentes.

3.2 Une trajectoire historique. Les Instituts Pasteur du Maghreb

Les Instituts Pasteur abritent aujourd'hui une partie importante de la recherche médicale dans trois pays du Maghreb : Algérie, Tunisie, Maroc. Fondés à la période coloniale avec un certain décalage, ils ont survécu à cette période. Leur histoire a cependant été très différente au cours du siècle écoulé (Moulin, 1995).

L'Institut Pasteur de Paris avait été érigé en 1888, après la découverte d'un vaccin contre une maladie inexorablement mortelle, la rage, mais le modèle exporté a été celui d'une recherche plus large visant à identifier les microbes pathogènes et à les acclimater au service de l'homme. Ce modèle a essaimé de par le monde, pas exclusivement dans les colonies.

L'Institut Pasteur de Tunis est l'un des plus anciens. Fondé en 1893 par le neveu de Pasteur, il était d'abord consacré à l'étude de la vinification et aux vaccinations. Avec son deuxième directeur Charles Nicolle (1902), il a étendu ses compétences à l'ensemble des maladies infectieuses locales : typhus, peste, trachome, bouton d'Orient, toxoplasmose, etc. (Pelis, 2000). C'est pour sa découverte du vecteur du typhus, le pou, que Nicolle obtiendra le prix Nobel en 1928. Traversant une période difficile pendant la Deuxième Guerre, l'institut de Tunis a connu un redressement spectaculaire après l'Indépendance sous trois directeurs successifs bénéficiant également d'un long mandat. L'héritage scientifique colonial a été assumé et réapproprié (Moulin, 1998) dans un institut qui aime à rappeler son statut d'établissement d'État, signé par le bey en personne en 1902 (Chadli, 2011).

Cette continuité scientifique et politique a été plusieurs fois remise en cause à Alger, dans un autre contexte. L'institut a été créé d'abord par un universitaire de la faculté d'Alger en 1892 puis en 1907 par Émile Sergent, pastorien spécialiste du paludisme.

Au cours des conflits inexpiables entre partisans et adversaires de l'Indépendance, sa bibliothèque a été incendiée. Après 1962, il a vivoté avec une poignée de coopérants. En 1971, il a été algérianisé et a connu une crise de personnel. Il a eu ensuite du mal à trouver sa place au sein du système d'enseignement et de recherche, au cours des crises successives traversées par l'Algérie dans les années 1990. Suivant le mot d'un de ses anciens directeurs, il a été refondé trois fois [7].

L'Institut Pasteur du Maroc a encore une autre histoire. Il s'est d'abord implanté en périphérie, à Tanger, en 1911, puis Tanger est devenu marginal, et l'Institut Pasteur a été refondé dans la capitale économique de Casablanca en 1929 et s'est trouvé en rivalité avec l'Institut d'hygiène du Maroc, ouvert en 1930 à Rabat avec l'aide de la fondation Rockefeller.

L'Institut Pasteur de Paris avait fourni le modèle d'une structure alliant les caractères privé et public, tirant son financement d'une triple source : subvention de l'État, mécénats divers dont le grand public, et revenus de la production de vaccins. Les instituts du Maghreb ont hérité de cette structure souple et hétérodoxe, située en dehors de l'université, avec un financement propre adaptable en fonction de la conjoncture. Mais cette formule a aussi posé problème : recrutement du personnel dans les facultés, reconnaissance des formations par un diplôme, délimitation des champs de compétence et d'intervention.

Les instituts bénéficiaient des rentrées d'argent liées à la production de vaccins (comme le BCG). Cette production, de plus en plus difficile à assurer (sécurisation et standardisation), est passée aux mains de l'industrie pharmaceutique. Mais les instituts ont continué à percevoir une redevance en retour de leur contrôle de la qualité des vaccins importés. À Tunis, cette taxe qui finançait la recherche a été détournée par le gouvernement de Benali au profit de la pharmacie centrale en 2009 : un élément de plus pour la collusion de tous les mécontents en janvier 2011. Les instituts pouvaient (certains le font encore) tirer leur financement de la réalisation d'analyses biologiques dont ils avaient le monopole, mais avec la multiplication de laboratoires privés, ce monopole s'est érodé.

Les Instituts Pasteur du Maghreb partagent un certain nombre de caractéristiques presque mystiques, manifestant leur appartenance à une sorte de famille quasi confrérique, les pasteuriens. Héritiers d'une tradition de recherche quand elle n'était pas encore formalisée, et d'enquêtes sur le terrain en cas d'alarme, ils aiment à se targuer « d'avoir fait ce qu'on ne faisait pas ailleurs », *dixit* Koussay Dellagi, ancien directeur de Tunis. Le même a souligné l'importance de maintenir des choix apparemment en contradiction : répondre aux priorités épidémiologiques locales par la recherche en se distinguant de la veille épidémiologique de routine (veille sanitaire), tout en s'intégrant dans la haute mer de la recherche internationale [8].

Pendant la période coloniale, les Instituts Pasteur d'Afrique du Nord ont tenté de fonctionner en synergie et esquissé une différenciation de leurs axes de recherche : à l'Algérie, le paludisme, à la Tunisie le typhus et les leishmanioses (Moulin, 1996).

7. Séminaire sur l'« Histoire orale des Instituts Pasteurs du Maghreb », 1er-2 juin 2012, Institut Pasteur de Tunis.

8. Séminaire, Tunis, 2012.

Après l'Indépendance, cette différenciation a inspiré l'organisation transversale d'un enseignement alternativement donné dans les différentes capitales : à l'Algérie la virologie, à la Tunisie l'immunologie et la parasitologie, au Maroc la bactériologie. Mais la collaboration transversale reste inégale, en raison des fluctuations des rapports diplomatiques entre les pays, d'orientation politique différente, sans parler du conflit autour du Polisario entre Maroc et Algérie.

En 1972, le directeur parisien Jacques Monod s'est démarqué du paternalisme antérieur en instituant le Conseil des directeurs des Instituts Pasteur et *instituts associés*, prévoyant des actions concertées. Dans les années 1990, l'idée de réseau a progressivement prévalu pour instaurer un nouveau mode de fonctionnement. Ce réseau est formalisé depuis 2003 et s'est adjoint de nouveaux venus, en particulier d'Asie. L'*Institut Pasteur International Network* (RIIP) compte aujourd'hui 32 instituts répartis sur cinq continents et plus de 12 000 personnes, engagés dans un partenariat arrimant la recherche à la santé publique au sens large, et déployant une activité de « traduction » de ses résultats. La sociologie contemporaine voit les effets des réseaux dans une démultiplication des échanges et des potentialités d'action (Callon, 1988). Le réseau aurait également des vertus démocratiques puisqu'il est dépourvu de centre névralgique dominateur, peut héberger des influx multidirectionnels, grâce aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, qui permettent de substantielles économies d'espace et de temps (Moulin, 2014).

Le RIIP est un exemple de réseau scientifique à l'échelle internationale. Il a adopté la logique d'une entreprise insérée dans des partenariats multiples avec d'autres instituts de recherche et aussi avec l'industrie pharmaceutique. Son essor s'est inscrit dans un nouveau registre scientifique et politique. Scientifique : la scène de la « Santé globale » est marquée par le retour des maladies infectieuses, le déploiement de la surveillance épidémiologique et la recherche de nouvelles molécules. Politique : il enregistre la nouvelle donne de la science mondiale : la suprématie scientifique des États-Unis, l'apparition de nouveaux venus comme l'Inde et la Chine. Le réseau redit ainsi avec les mots de son temps la triple mission assignée par les pères fondateurs de l'Institut Pasteur : recherche-formation-applications, avec des technologies infiniment plus sophistiquées que les milieux de culture des premiers microbiologistes, plus coûteuses et plus gourmandes en personnel hautement qualifié.

La structure du RIIP est censée faciliter l'intégration mondiale des connaissances, au fur et à mesure de leur production locale. Officiellement, le jeu est ouvert et n'exclut donc au Maghreb ni les regroupements transversaux ni les coopérations entre pôles géographiquement éloignés. L'intégration dans des programmes financés par l'Union européenne ou d'autres bailleurs pourrait atténuer les réticences et les rivalités, en même temps qu'attirer ceux des pays de la région qui sont jusqu'à présent peu actifs dans la recherche biomédicale, comme la Mauritanie et la Libye. Bref, un tel réseau pourrait servir à rééquilibrer les inégalités techniques et économiques de la République des Sciences, dans le monde arabe et musulman, où le Maghreb peut exercer son influence.

Les Instituts Pasteur du Maghreb, entité en voie de redéfinition, illustrent une option de recomposition des institutions de recherche en biomédecine dans les pays du

sud. Leur participation à un réseau constitue une tentative pour infléchir le cours de l'histoire : à la fois capitaliser sur les liens avec la France, répondre aux sirènes de l'Union européenne arrimant la rive sud de la Méditerranée à son propre destin, et garder une marge de manœuvre en direction des pays de leur choix. Le tout en préservant, selon la belle formule de Koussay Dellagi, « l'estime de soi », ce qui veut dire la fierté de l'accomplissement d'une recherche scientifique de qualité répondant aux besoins de santé locaux (pas nécessairement « l'excellence » ressassée), alliée à l'intervention dans les grands programmes scientifiques de la planète. L'histoire des instituts Pasteur du Maghreb est donc à tous égards instructive sur l'évolution possible de la science dans les pays arabes et au-delà, et la nécessité de tenir compte du poids de différents facteurs, politiques (nationalisme / panarabisme), culturels et religieux, dans les engagements futurs.

Mais si les pays de la région sont plongés dans la science-monde, comment les sociétés locales réagissent-elles et s'approprient-elles les innovations nées de ces recherches ?

3.3 Trois sondages transversaux de la recherche biologique dans les sociétés arabes

3.3.1 Premier cas. La transplantation d'organes : rattraper un retard, ou prendre une avance ?

En terres d'islam, l'histoire de la greffe d'organes est souvent dite en termes de rattrapage de retard scientifique (Ben Ammar, 2009). En effet, si la première greffe rénale réussie dans le monde a eu lieu en 1954 à Boston, aux États-Unis, avec un donneur vivant, elle n'a été réalisée que vingt ans plus tard en Égypte, trente ans pour la Tunisie, quarante ans pour le Pakistan (1995) et le Yémen (1999), cinquante pour le Sénégal (2012). En 1992, les sociologues américaines Renée Fox et Judith Swazey prédisaient qu'aux alentours du deuxième millénaire la chirurgie compterait un quart de transplantations et de remplacements d'organes défaillants. La greffe est souvent célébrée comme l'archétype de la modernité et la preuve irréfutable d'un progrès scientifique et technique qui recule les échéances naturelles. Elle confronte les fins propres de la recherche scientifique et les demandes de la société, émanant des malades et de leurs familles, et met en jeu le respect des valeurs que cette même société revendique.

En 2012, à Istanbul, a été tentée sur un jeune homme une transplantation des quatre membres à partir d'un cadavre. Pas moins de cinquante chirurgiens participaient à cette intervention qui s'est soldée cependant par un échec. En 2011, à Antalya, toujours en Turquie, une transplantation d'utérus de cadavre a eu lieu sur une jeune femme née sans utérus [9]. À cette occasion, on a redécouvert que la première opération de ce type avait été effectuée en 2000 à Djeddah, en Arabie saoudite, avec un utérus prélevé sur une femme ménopausée : comble de modernité, elle avait été conduite par une femme chirurgien, le Dr Wagida Fageeh (Fageeh, 2002). Après la greffe, des règles sont apparues, mais la coagulation a imposé une hystérectomie deux mois plus tard. Dans sa publication, le Dr Fageeh soulignait que la greffe était une réponse au drame de l'infertilité féminine, dans un pays où les mères porteuses sont interdites [10]. Elle

9. http//rt.com (news/first-uterus-surgery-success-845/).
10. Elle ne mentionne cependant pas que le prêt d'utérus est possible à l'intérieur d'une famille polygame.

se référait à l'autorisation donnée à « la greffe d'organes reproductifs sans transfert d'information génétique » par le Conseil de jurisprudence islamique en 1990.

Cependant une rapide revue des statistiques montre que les programmes de greffe ne sont pas très actifs, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Les prélèvements multi-organes y sont vingt fois moins nombreux en moyenne qu'en Occident (Ben Ammar, 2009, p. IX). C'est que la transplantation n'est pas simple application du savoir sur l'introduction de cellules étrangères dans un organisme, elle est utilisation des corps humains et de leurs substances circulant entre les vivants et entre morts et vivants (Tittmus, 1971). Le retard des transplantations en pays d'islam traduit l'inégalité de formation des spécialistes et le manque d'équipes entraînées, il reflète aussi les réactions des sociétés à une pratique qui peut heurter certaines valeurs et croyances. L'exemple de la greffe reviendrait-il alors à infirmer le modèle partagé d'une science universelle en progrès continu ?

L'Arabie saoudite, souvent présentée comme le gardien de la tradition, a autorisé le prélèvement sur cadavres afin d'élargir le pool d'organes disponibles. Les *fatwas* (« avis juridiques ») ont raisonné par analogie entre le prélèvement sur cadavre et l'autopsie, justifiés par l'un des trois buts : formation des étudiants, procédure médico-légale, exploration du corps humain. À l'exception du Liban pluriconfessionnel, la législation des pays arabes, y compris les plus « séculiers », se réfère à la Shari'a comme source principale ou exclusive du droit. La Tunisie a effectué la première greffe de rein en 1986 (Ben Ammar, 2009, p. 157-171). La loi de 1991 a encadré le prélèvement d'organes sur donneur vivant comme sur le cadavre. Mais en dehors de ces cas, dans l'ensemble des pays arabes et musulmans, les statistiques montrent une proportion écrasante de donneurs vivants, sans commune mesure avec les pays d'Europe où le plus haut taux (en Norvège) ne dépasse pas 50 % (Thiel, 2009, p. 51-57).

L'Égypte a été un des premiers pays à réaliser une greffe de rein à Mansourah, en 1976, et dès les années 1999, le nombre des greffes y dépassait les trois mille. La greffe de foie (Thomas Starzl, Pittsburgh, 1967) introduite en 2003 est très pratiquée dans un pays qui connaît le taux mondial le plus élevé d'infections par l'hépatite C, pourvoyeuse de cirrhoses et cancers du foie. Le débat sur le prélèvement cadavérique a duré trente ans et la loi est passée en 2010, soit un peu avant la Révolution de janvier 2011. En 2014, les décrets d'application n'ont pas encore paru...

L'option du prélèvement sur cadavre est techniquement plus coûteuse et plus complexe que le recours à un donneur vivant. Elle suppose la mise en place d'un laboratoire biologique de référence pour la sélection des donneurs, et des moyens de conservation des organes et de transport rapide. Mais le débat est ailleurs. Pour la définition de la mort, permettant de traiter comme un cadavre un corps au cœur battant et respirant sous ventilation assistée, le cheikh de la République égyptienne s'en remet à l'avis des médecins, hommes de foi et de compétence, investis par Dieu d'une mission et seuls détenteurs des connaissances en la matière[11]. Mais d'autres voix se font entendre. Vedette des médias, l'imam Sha'rawi a incarné une opposition catégorique à toute transplantation, à une médecine qui ose se présenter hyperboliquement comme « don

11. Communication à la Journée franco-égyptienne sur la transplantation organisée par le Centre culturel français, Le Caire, 2005.

de la vie » (Hamdy, 2012). Incarnant une opposition au fond politique, il représentait aussi l'angoisse de la population vis-à-vis d'un système de santé défectueux et d'une profession médicale arrogante. Les questions de santé ont fait partie des ferments de mécontentement qui ont mobilisé les foules en Égypte en janvier 2011 (Moulin, 2011). D'autre part, la préférence donnée à la greffe avec donneur vivant ne repose pas sur la solidarité familiale ou communautaire, mais sur l'existence d'un marché constitué par les Égyptiens pauvres ou les nombreux migrants du Soudan et de la corne de l'Afrique. Officiellement un tel commerce n'est pas autorisé, mais l'explosion de la demande a entraîné une véritable bourse aux organes. La situation est analogue au Pakistan (Moazzam, 2006).

En Égypte, une profonde méfiance perdure vis à vis de l'État garant de la santé publique comme à l'égard des hôpitaux où se fait la recherche (Moulin, 2014). La faiblesse de la société civile, les difficultés socio-économiques et les défaillances politiques concourent autant que les sensibilités islamiques au fonctionnement dysharmonieux de la greffe, qui peut ainsi aggraver les inégalités dans des sociétés « malsaines » (Wilkinson, 1996). De surcroît, la recherche ne tire aucun enseignement des greffes effectuées avec un donneur tout-venant qui disparaît dans la nature après avoir cédé un organe. En 2005, le tollé international a conduit l'Égypte à mettre en place un dispositif d'enregistrement des donneurs avec dossier médical. Pour lutter contre le trafic d'organes, le D^{r} Al-Hamdi, président du Conseil de l'Ordre et du syndicat des médecins, s'est allié avec une ONG américaine, COFS, ou *Coalition for Organ-Failure Solutions* (Tober et Budiani, 2007). L'analyse comparée de la greffe est donc un coup de projecteur intéressant sur le fonctionnement de la science dans les pays d'islam qui en absorbent et développent les innovations. La « percée » de la transplantation d'utérus à Djeddah révèle l'importance des demandes de la société dans le choix des axes de recherche.

Les techniques de procréation assistée ont aussi été très intensément convoitées. La Fivette, en Grande-Bretagne, datait de 1978, le premier centre de fertilisation *in vitro* s'est ouvert en Jordanie en 2000, non loin de la frontière avec les territoires palestiniens, son fonctionnement dûment accrédité par une fatwa. Il a connu immédiatement un énorme succès et a attiré des clients de tout le Moyen-Orient. En 2014, il y a une vingtaine de centres en Jordanie, et presque une centaine en Égypte. Le Maroc, après le succès grandissant des instituts privés, édifie un grand centre de recherches cliniques sur les sciences de la santé reproductive à Rabat. Cet exemple suggère non pas un carcan islamique s'opposant à l'essor de la raison triomphante, mais l'aspiration des sociétés à un encadrement islamique des innovations technologiques, en matière de santé comme dans d'autres domaines.

Notre deuxième cas est également suggestif de la façon dont les sociétés poursuivent leurs buts propres à travers la recherche.

3.3.2 Deuxième cas, la génétique : « Genome Arabia, at last ! »

Tel a été le mot d'ordre lancé par Fahd Al-Mulla, biologiste formé à Glasgow, et exerçant à l'université du Koweït, au congrès international de génétique, tenu à Singapour en 2013.

La recherche en génétique moléculaire bouillonne (Jordan, 2009). Dans la foulée d'une série de percées : acides nucléiques reconnus support de l'hérédité (Avery et McLeod, 1944), double hélice de l'ADN (Watson et Crick 1953, Nobel 1962), séquençage des acides nucléiques (Sanger 1977, Nobel 1980), les projets de cartographie (*mapping*) puis de séquençage du génome humain, à partir de 2003, ont mobilisé les scientifiques à la recherche de nouveaux horizons mais aussi d'outils diagnostiques, pronostiques et thérapeutiques (Cohen, 1993 ; Munnich, 1999). Ces découvertes ont électrisé le monde arabe (Teebi, 1997).

Cependant, selon Al-Mulla, les Arabes auraient été les laissés pour compte de la recherche génétique en populations, du « *Human Genome Project* » à celui des « Mille génomes », où aucun « Arabe » ne figurait, et des *HapMaps* I, II et III. Mais Al-Mulla n'exclut pas que les Arabes se soient eux-mêmes tenus à l'écart du *mainstream*. Le génome est proche de la parole du Dieu créateur, logos intouchable. Michel Serres n'a-t-il pas dit qu'avec la recherche génétique, « nous avions mis la main sur l'entendement divin » (Testard, 1997, p. 11) ? Pourtant, nombre d'ouvrages de vulgarisation désignent le Coran comme le dépôt d'une science sacrée du corps, ouverte à une exégèse célébrant les merveilles de la Création et autorisant donc l'investigation génétique.

Plus prosaïquement, la génétique peut aussi remettre en question nombre de croyances et de convictions qui fondent l'ordre social. L'égalité prévue par l'islam entre les croyants est contredite par la hiérarchie qui règne dans les sociétés. Par exemple, en Oman, l'ordre social repose sur une classification des tribus, qui sous-entend une sorte de pureté endogame et minimise les effets du brassage ethnique et social, de l'esclavage, des migrations séculaires et d'une polygamie étendue (Beaudevin, 2010, 2014). Le génome est le lieu où dorment ces secrets, que les dirigeants et les élites craignent de divulguer.

Al-Mulla a prévu de séquencer le génome de 500 individus « arabes » patentés. La Fondation nationale de la recherche du Qatar lui a alloué 1 million de dollars et il cherche d'autres financements. Le Center for Arab Genomic Studies (CAG), à Dubaï, collecte à partir des publications les séquences d'individus « arabes ». Le projet de « *Genome Arabia* » implique le Qatar, l'Arabie, le Bahreïn, le Koweït, les Émirats arabes unis, le Liban et la Tunisie, où Habiba Chaabouni puis Lihadh Al-Gazali ont remporté en 2006 et 2008 respectivement le grand prix de la Fondation L'Oréal pour les femmes. Pour le moment, le programme utilise une puce commercialisée qui permet de compter près d'un million de *Single Nucleotide Polymorphisms* (SNP) et constitue déjà un outil d'analyse performant, mais il vise à terme le séquençage intégral de l'ADN.

La consanguinité est un grand facteur de risque de maladies héréditaires, Al-Mulla en reconnaît la fréquence : la moitié des unions du Koweït seraient consanguines. La gestion de la consanguinité (*counselling*) est problématique dans la plupart des pays musulmans, en raison du mariage préférentiel avec le fils de l'oncle maternel et de la tradition d'endogamie dans les communautés, même urbaines (Moulin 2013). Al-Mulla revendique l'originalité et le potentiel heuristique du « génome arabe », précisément en raison de ces particularités socioculturelles : à preuve, la rareté des mutations dans

les gènes BRCA1 et BRCA2 du cancer du sein dans le Golfe [12]. Des mutations létales ont pu être prévenues dans le passé. Le diabète enfin illustre l'urgence du dépistage génétique et de la prévention d'affections qui représentent un énorme fardeau économique dans les pays du Golfe et l'ensemble du monde arabe : le pourcentage de diabétiques non insulino-dépendants peut atteindre les deux tiers de la population.

Le projet *Genatak* (« Vos gènes »), à la Global Med Clinic du Koweït, auquel collaborent Oxford et un réseau belge et malaisien, vise à introduire la génétique en médecine clinique, pour améliorer la procréation via le diagnostic prénatal et même préimplantatoire (tri des embryons) et remédier ainsi aux souffrances des populations.

Avant l'entrée en scène des pays du Golfe, le Liban s'était illustré dès 1994 par des travaux de génétique tirant parti de la forte consanguinité intracommunautaire pour étudier les maladies de l'hémoglobine comme la drépanocytose (anémie falciforme) et la thalassémie. André Mégarbané qui a reçu de multiples récompenses internationales dont le prix Al-Fassi en 2013, dirige un laboratoire de génétique à l'université Saint-Joseph, devenu depuis 2004 pôle d'excellence régional pour le Bureau de la Méditerranée orientale de l'OMS, en relation avec les universités de Yarmouk (Jordanie), de Sfax, l'Institut Pasteur de Tunis, et des universités françaises.

Grâce à leur avancée en médecine, les pays du Maghreb ont pris très tôt conscience du défi à relever. Ils ont perçu dans la recherche génétique la possibilité d'explorer les maladies héréditaires, un champ peu connu et concurrencé, depuis la révolution bactériologique, par les maladies infectieuses. Les maladies héréditaires ne relevant ni des thérapeutiques ni de la prévention par les vaccins ou par l'hygiène se confondaient avec un destin sans issue (Romdhane et Abdelhak, 2012). La génétique a donc été retenue comme un enjeu prioritaire pour bâtir de nouvelles compétences scientifiques socialement utiles et mettant en valeur l'importance de la recherche. Les travaux de génétique ont reposé sur une technologie évoluant rapidement dans les pays les plus avancés, qui a raccourci les temps de travail et gagné du temps aux pays arabes méditerranéens quand ils ont rejoint le *mainstream*.

La Tunisie a pris fortement position dans ce domaine. Ses chercheurs, par exemple à l'Institut Pasteur, soulignent l'intérêt, pour un petit pays de 10 millions d'habitants, avec un niveau élevé d'éducation supérieure, de tirer parti de ses caractéristiques de population. Plus de 500 maladies héréditaires différentes ont été rapportées dans la population tunisienne. La base moléculaire à l'origine de ces affections n'est pas connue pour la moitié d'entre elles. Le spectre mutationnel de ces affections comprend des mutations spécifiques aux Tunisiens, mais également un grand nombre de mutations fondatrices partagées avec d'autres populations d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient ou du pourtour méditerranéen et parfois même des populations nordiques. Ces mutations présentes dans les génomes de la population tunisienne d'aujourd'hui reflètent des événements historiques. La fréquence de l'homozygotie par descendance donne plus de chances de repérer des mutations fondatrices d'une anomalie donnée : surdité, troubles de la vision ou tumeurs congénitales. La Tunisie pourrait ainsi acquérir un rang enviable dans une recherche biologique de pointe, de surcroît riche en applications pratiques.

12. www.al-mulla.org/

L'entreprise n'est pourtant pas simple, en raison du coût d'outils désormais brevetés au fur et à mesure de leur lancement. Se borner à enregistrer les données des pays les plus avancés en leur déléguant le séquençage des gènes intéressants signifierait un arrêt de mort pour la recherche. D'autre part, le fonctionnement de laboratoires de recherche suppose des chercheurs bien formés, mais aussi des ingénieurs pour une maintenance autonome. D'où l'importance du *capacity building* des jeunes générations, qui commence au fond dès l'école. Il est crucial d'initier écoliers et étudiants à une pratique « *hands-on* » de la science vive, qui ne s'apprend pas dans les livres.

La collaboration au sein de consortiums unissant les institutions du Maghreb avec celles du nord de la Méditerranée, offre donc de bonnes chances de faire progresser rapidement la connaissance génétique, par exemple dans le cadre des projets ERA-Wide, en 2010 (Pancera *et al.*, 2013). Mais pour le moment, les applications préventives sont assez limitées. Si le conseil génétique est possible au vu de l'arbre généalogique des familles, en 2014 il n'existe pas encore de diagnostic préimplantatoire ni même de dépistage à la naissance de la phénylcétonurie, qui permettrait à des parents d'éviter une descendance affligée de lourdes anomalies.

La situation de l'Algérie et surtout de la Tunisie et du Maroc est donc paradoxale par rapport à celle des pays du Golfe, qui peuvent se permettre d'investir d'emblée lourdement dans des techniques coûteuses et d'embaucher des savants venus d'ailleurs. En même temps, la comparaison des projets entre Maghreb et Machreq suggère des divergences théoriques. Le projet même de déchiffrage du « génome arabe » est ambigu. Il ne correspond pas aux premières données d'un génome nord-africain loin d'être monolithique et ressemblant plutôt à une « mosaïque » (Alexandropoulos, 2000) d'haplotypes, dont certains fort rares. (À ce propos, le projet *Hapmap* n'avait peut-être pas intégré d'Arabes, mais avait inclus les Mozabites d'Algérie.) La dénomination « Arabe » a-t-elle un sens véritablement scientifique ? De toute évidence, les arbres phylogéniques ne correspondent pas strictement à des classifications ethniques telles que berbère, arabe, andalou, persan, indien etc. L'unification autour d'un projet du « Génome arabe » soulève donc nombre d'interrogations sur la nature de l'identité arabe soudant les pays, qui de toute évidence n'est pas vraiment une question de génétique.

Le projet *Genome Arabia*, qui donne lieu à des congrès réguliers dont le dernier à Dubaï en 2013, n'en constitue pas moins un puissant stimulant pour l'intensification de la recherche à l'échelon régional. Un chercheur prétend même que le génome est en train d'entrer dans les peurs et les obsessions populaires sous la forme d'un « *Djinnome* » (Pankhurst, 2014) !

3.3.3 Troisième cas. La surveillance des maladies émergentes et les prémisses d'une « Santé globale »

La santé internationale représente un enjeu à la fois scientifique, c'est la continuation du grand inventaire des germes qui a commencé à la fin du XIX^e^ siècle, et politique (Moulin, 1995). Avant 1914, seul un petit groupe de grandes puissances conduisait la recherche sur les épidémies et définissait les règles du transit des marchandises et des hommes, même s'il y avait des représentants de la Perse et de l'Empire ottoman, lors

des dix conférences internationales sur la peste et surtout le choléra (Chiffoleau, 2005). Le pèlerinage de la Mecque était placé sous haute surveillance. En 1932, la décision de l'Arabie saoudite d'assumer désormais seule la sécurité sanitaire, y compris celle des étrangers sur son territoire, est passée inaperçue. Pourtant, en termes d'impact symbolique, elle était l'équivalent de la nationalisation du canal de Suez.

En 1947, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a clairement posé les bases d'un gouvernement du monde sur de nouvelles prémisses. Elle a fait des programmes de lutte contre les maladies infectieuses un outil de sa diplomatie de paix, en apportant un soutien à des projets régionaux de recherche et à un réseau de laboratoires auxquels elle conférait un label. L'idée d'éradication des microbes paraissait faite pour illustrer les bienfaits d'une recherche conduite en commun par tous les pays (Moulin, 2004). Le succès sur la variole serait le premier pas d'une marche triomphale (Winslow 1980). Si l'éradication de la malaria envisagée dès les années 1960 marqua rapidement le pas, en revanche furent mises en place des politiques visant tuberculose, lèpre, syphilis et pian, poliomyélite, trachome cécitant, filarioses… Après plusieurs déconvenues, le programme d'éradication, plusieurs fois ajourné et remanié, a évolué vers les mots d'ordre de contrôle et de *containment* (Garrett, 2000*)*. La « Vision pour l'an 2000 », sans renoncer totalement à l'idée d'éradication, a détourné les efforts dans une autre direction, celle des émergences (dont le prototype est l'arrivée du sida en 1981) et des réémergences comme la grippe.

Le monde de l'OMS est découpé en six régions. Le bureau régional qui nous intéresse est celui de la Méditerranée orientale, situé au Caire. La « région méditerranéenne » va du Maroc à l'Afghanistan (moins l'Algérie, dévolue au Bureau Afrique !). Pour la grippe, c'est une région importante puisqu'elle abrite des réservoirs de virus comme les oiseaux migrateurs et les volailles domestiques. L'identification des souches circulantes et de leurs mutations par les laboratoires locaux est donc essentielle.

En 2006, au moment de l'épidémie de AH5N1, l'Égypte avait fait partie des cinq pays comptant une mortalité humaine notable. Elle a réagi immédiatement en détruisant les volailles réservoir de virus, et envoyé régulièrement des bulletins de santé (Fintz, 2010). En 2008, son travail a été reconnu par le choix de Charm el-Cheikh pour accueillir la conférence internationale sur la grippe, où pas moins de 150 pays étaient représentés. La reconnaissance d'un retour des maladies infectieuses (« émergentes » ou « réémergentes ») se doublait de la proclamation optimiste d'une mobilisation scientifique sans précédent des états de la planète, et de la détermination des gouvernements à prévenir la pandémie grippale annoncée. Cette mobilisation se voyait attribuer d'autres bénéfices comme l'atténuation des inégalités de formation dans les services de santé humaine et vétérinaire, d'un pays à l'autre, et l'amélioration de la gouvernance par l'exercice d'une « transparence sans bruit » (la vétérinaire Brugère-Picoux) dans la prise de décision et la communication etc. La vision d'une mondialisation bienfaisante, *One World One Health*, suppose un équilibre entre l'affirmation de la souveraineté des états et l'aide des pays les mieux nantis aux côtés des moins favorisés pour favoriser la recherche. À Charm el-Cheikh, on assistait à la mise en place d'un nouvel ordre sanitaire, pierre d'attente d'un ordre international qui ne

serait plus seulement « l'ordre relâché » (Laidi, 1993) ayant fait suite à l'effondrement de l'URSS.

Au début du XXIe siècle, il y a donc volonté de rupture avec une histoire qui avait consisté dans le passé à protéger les uns *contre* les maladies des autres (Harrison, 2006) et d'adoption d'un modèle inouï de sécurité sanitaire impliquant de nouvelles technologies comme les SIG (systèmes d'information géographiques) et de nouvelles références théoriques comme les concepts de « biens publics communs ». La grippe aviaire a illustré un concept inédit, la *preparedness*, sans équivalent en français (Moulin, 2007), impliquant la rédaction de plans et la répétition de scénarios, sur un tempo ressemblant au temps réel. Les pays de la Méditerranée orientale ont ainsi procédé à des gammes pour démontrer leur capacité, le moment venu, à exécuter en virtuoses le morceau de musique bien réel. Le plan de *preparedness* universelle constitue une matrice transférable non seulement à d'autres maladies pestilentielles, mais à une série d'états d'urgence déclenchés par des nuisances variées, dont le bioterrorisme ou même le terrorisme tout court. La préparation face à la pandémie implique en effet la confection d'une image du monde constamment mise à jour grâce aux SIG implantés dans les différents pays.

Cependant le savoir contemporain montre de nombreuses zones d'incertitude. Par exemple, la question reste ouverte du rôle prédominant des contaminations par circulation illégale des volailles à l'intérieur des pays et entre les pays, ou de la responsabilité dominante des oiseaux sauvages. Le premier scénario revient à privilégier les élevages de type industriel sur les élevages domestiques (Keck, 2013), une décision aux conséquences sociales considérables. De multiples questions scientifiques se posent aussi sur le phénomène de mutabilité qui n'est peut-être pas particulier aux virus de la grippe. Finalement, le plan de *preparedness* serait-il un simple stratagème politique et diplomatique dans un monde instable ? S'inscrit-il vraiment dans une épopée scientifique où il signifierait l'accès à une rationalité d'essence supérieure, la concrétisation du principe de précaution à l'échelle mondiale (Kourilsky et Vinet, 2000), qui aurait de plus les vertus d'un plan de justice et de démocratie ?

Le thème de l'émergence microbienne illustre les enjeux politiques et scientifiques de la recherche dans les pays de la Méditerranée orientale, alias le monde arabe et musulman. En Égypte, le laboratoire de référence pour les virus est le laboratoire de la marine américaine (NAMRU-3) [13]. Il a été installé en 1943 dans la banlieue du Caire, à la suite de l'épidémie, la dernière en date en Égypte, de paludisme (importé par les troupes remontant de Bir-Hakem). Il s'est distingué, après son ouverture, par la découverte d'un virus inconnu, le virus Sindbis, qui a pris le nom du petit village égyptien où il avait été repéré (Fintz, 2012). C'est pour les virus de son espèce que Stephen Morse, épidémiologiste du CDC (Centers for Diseases Control), a créé en 1989 l'expression de virus émergents (1993).

Depuis la deuxième guerre, NAMRU-3 joue le rôle de centre de référence pour l'identification des agents pathogènes. Or un laboratoire national, situé au Centre de la recherche scientifique du Caire, travaille également dans ce domaine des virus émergents, avec des collaborations internationales, par exemple sur les coronavirus (Per-

13. Naval American Medical Research Unit.

era, 2013), avec le laboratoire de Hong Kong qui s'était distingué lors de l'épidémie de SRAS (Abraham, 2005). (Un nouveau coronavirus a été identifié en 2012 en Arabie, la maladie associée a été appelée le *syndrome respiratoire moyen-oriental à coronavirus)*. Le laboratoire égyptien entend à terme prendre le relais du NAMRU comme centre de référence national et international. Ses chercheurs aiment à rappeler (Kayali, 2013) que la grippe avait été identifiée dans une publication égyptienne parue dans le journal anglais *Lancet* en 1892, l'année où l'épidémie a emporté le khédive Tewfiq [14]. L'Égypte vient en tête du palmarès pour le nombre de séquences virales identifiées.

La recherche virologique internationale est essentielle dans le cas de la grippe pour assurer la prévention par un vaccin adapté contenant les souches déjà circulantes, susceptibles de diffuser au cours des mois suivants. La région méditerranéenne participe à cet échange qui en retour fixe son rang hiérarchique dans la compétition pour l'excellence, le mot d'ordre accepté par les participants à ce nouveau grand jeu (Alenzi, 2010). En revanche, et c'est particulièrement illustré par le cas de l'Égypte, la surveillance animale et humaine est plus ou moins bien acceptée par les sociétés, dans la mesure où elle s'inscrit comme une nouvelle contrainte s'exerçant souvent sur les plus faibles (femmes, paysans) et se rattache à la violence multiséculaire de l'État (Moulin et Radi, 2008), ce qui nous renvoie à la question de la gouvernance et de la démocratie.

Conclusion
L'impact des révolutions sur la géoscience arabe et de la géoscience sur les révolutions

Ce tour d'horizon s'est efforcé de répondre aux grandes questions de l'ouvrage collectif, à propos de ce que j'ai improprement nommé la science arabe, une nébuleuse que j'ai configurée autour de l'Égypte pour des raisons à la fois historiques et contingentes. Chronologie des principaux événements, création des institutions scientifiques, grandes applications du progrès des connaissances, ont été abordées, particulièrement dans le domaine de la biomédecine, éminemment apte à illustrer l'impact de la science sur les sociétés. Les sciences biomédicales jouissent d'un prestige particulier. Elles alimentent les rêves d'une naissance sans risque, d'une longévité prolongée, d'une amélioration des performances du corps et de la qualité de la vie. Cependant elles nourrissent aussi toutes sortes de doutes et la suspicion que, comme l'eau dans un autre contexte, la science est l'amie du puissant (Bedoucha, 1987). La défiance est grande envers les poisons de l'industrie pharmaceutique, les outrances de la médicalisation, le refus de tenir compte dans le soin de la diversité des cultures locales.

Avant 2011, la plupart des rapports internationaux sur la science dans la région soulignaient des facteurs négatifs comme la place insuffisante faite aux femmes, les défauts de l'instruction primaire et secondaire et de l'initiation aux sciences, la pesanteur de la hiérarchie et l'insuffisance de l'encouragement à une pensée critique considérée comme inhérente à la démarche scientifique (PNUD, 2003 ; Unesco, 2009). Les Unions pour la science et les sociétés savantes clamaient l'antienne d'une « société du savoir » à faire

14. « Epidemic influenza in Egypt », *Lancet*, 23 juin 1894, p. 1369-1370.

advenir, comme l'antidote aux pesanteurs du passé et le prélude au développement économique et à la démocratie.

Les jeux de la science ne sauraient être déconnectés de la politique internationale. La Méditerranée est un lac où se croisent depuis plusieurs décennies les projets de recherche émanant de multiples organisations. Tout a été dit sur cette recherche internationale assistée, ses qualités et ses inconvénients, quand elle se conjugue avec la difficulté d'établir sur le terrain un partenariat véritable dont il est encore difficile d'apprécier concrètement les critères.

On attendait tout des révolutions scientifiques qui briseraient le cycle du passé (Arvanitis, 2014). C'est la révolution politique qui est venue. Le changement de cap en Tunisie et les révolutions qui ont suivi ont illustré clairement l'étendue des inquiétudes et des frustrations des sociétés et des individus. *Kabt*, frustration, est un mot qui a sans cesse résonné dans les conversations, de la place Tahrir à tous les autres hauts lieux de la contestation. Dans les suites des printemps arabes, la science dans la région est de nouveau interpellée, pour savoir si elle peut aider à la roue pour modifier le sens de l'histoire. Peut-elle fournir un banc d'essai pour introduire une rationalité nouvelle dans les décisions touchant par exemple l'environnement, le choix des énergies, la santé, l'alimentation, l'eau ? Elle peut aussi nourrir l'arrogance d'une élite poursuivant ses propres objectifs, y compris son inscription au palmarès d'une excellence désincarnée et lointaine. En Égypte, l'avenir dira ce que choisiront les élites actuelles, refusant le dilemme entre l'enfermement dans une tour d'ivoire et l'émigration.

Quelques remarques pour finir. L'informatique a été à l'origine d'une véritable révolution culturelle dans le monde arabe. Les bibliothèques ou les musées n'ayant guère réussi à favoriser une culture scientifique, l'internet a donné à ses adeptes un fabuleux accès à des ressources jusqu'alors inaccessibles, leur créant un espace horizontal où ils pouvaient déjouer la hiérarchie, s'exprimer sans contrainte et à cette occasion partager et remettre en question leurs connaissances et leurs certitudes. L'envers est le pillage et le copiage, voire la fraude. Mais les avantages de cette fenêtre sur le monde l'emportent certainement de loin sur les inconvénients.

Il y a sûrement quelque chose de révolutionnaire dans cet accès élargi de la nouvelle génération à la science et aux sciences, l'entrée dans la société du savoir tant célébrée. Une première question se pose sur le rôle d'une diaspora dont la voix devrait se faire entendre toujours davantage. En 2011, un certain nombre de scientifiques tunisiens mais aussi égyptiens ont décidé de revenir chez eux pour faire bénéficier leur pays de leurs compétences. La deuxième question est celle de l'impact sur la jeunesse du nouveau mode de circulation des connaissances. Pascal Ménoret, observateur attentif en Arabie saoudite, a noté en 2003 qu'elle est plus urbaine, mieux éduquée, plus ambitieuse que la précédente.

L'impact des révolutions sur la science dans les pays arabes est donc à suivre avec attention. Les femmes y joueront probablement aussi un rôle croissant. En 2014, l'université de la princesse Noura en Arabie saoudite accueille 40 000 étudiantes dont on ne connaît pas pour le moment le destin professionnel, mais qui joueront sûrement un rôle, à la faveur du déplacement du centre de gravité du monde arabe vers le Golfe.

La prédiction du devenir de la science dans le monde arabe et musulman comporte une part de risque ; ce risque que le principe de précaution essaie d'exorciser dans les sociétés contemporaines. Mais le terme de risque précisément nous viendrait de l'arabe *rizq*, qui désigne dans la langue savante coranique la part à réserver dans le produit de l'activité humaine pour la communauté, ce qu'on traduit parfois par viatique, l'excédent qui sert de provision, la part du pauvre. En ce sens, on peut dire que la science dans la région dont nous avons donné une esquisse bien imparfaite représente un risque, au double sens d'aléa et de réserve vitale pour le reste du monde.

Remerciements

Ma profonde gratitude va à tous ceux qui ont contribué à mon information sur un aussi vaste sujet : Sonia Abdelhak, Guillaume Acloque, Claire Beaudevin, Pascal Crozet, Bassent de Vaulx, Guillaume de Vaulx, Khaled Fahmi, Jean-Noël Ferrié, Bertrand Jordan, Mehrnaz Katouzian-Safadi, Pascal Ménoret, Saadia Radi, Roland Tomb...

J'adresse aussi des remerciements à Roland Waast et à Rigas Arvanatis pour sa disponibilité, ses intuitions et son humour.

Références

ABDELLA DOUMATO E. (2000) Getting God's Ear. Women, Islam and Healing in Saudi Arabia and in the Gulf. New York : Columbia University Press.

ABDEL MALEK A. (1962) Égypte, société militaire. Paris : Seuil.

ABRAHAM T. (2005). The Story of SARS. Baltimore : Johns Hopkins University Press.

AL HUSBAN, A.H. (2008). *The state of research in social sciences in Jordan*. 2008, Background paper for ESTIME project, European Commission : www.estime.ird.fr.

ALENZI F.Q. and coll. (2010), « Biomedical research in the Middle Eastern countries : update and insight using SCImago Journal Rank indicator » JAMC (Journal of Ayub Medical College), Abbottabad, vol. 22, n° 3, p. 100-5.

AL MAKTOUM FOUNDATION and UNDP (2009) Arab Knowledge Report. Towards productive intercommunication for Knowledge, Dubai.

ARVANITIS R. ed. (2008) ESTIME : Towards Science and Technology Evaluation in the Mediterranean Countries. Final report Evaluation of Scientific, Technology and Innovation capabilities in Mediterranean countries. Project INCO 2004-510696.

ARVANITIS R., WAAST R. AND AL-HUSBAN A.H. (2010) World Social Report. Social Sciences in the Arab World, Unesco.

BEAUDEVIN C. (2014) Cousin marriages and inherited blood disorders in the Sultanate of Oman in SHAW A. and RAZ A. Cousin marriage : between tradition, genetic risk and cultural change. London Berghahn Books.

BEAUDEVIN C. (2013). « Everything is kullû zayn. » L'échographie obstétricale dans le système de santé omanais in MOULIN A.M. Islam et Révolutions médicales, le Labyrinthe du corps, Paris, p. 361-390.

FADR AL-DAM (2010), « l'indigence du sang », comme héritage. Représentations et enjeux sociaux des hémoglobinopathies héréditaires en Oman, thèse de doctorat, Université d'Aix en Provence.

BEDOUCHA G. (1987). L'eau, L'amie du puissant. Une communauté oasienne en Tunisie. Paris : Éditions des archives contemporaines.

BEN AMMAR M.S. (2009). Islam et Transplantation d'organes. Paris : Springer.

BERQUE J. (2009). Andalousies. Paris, Babel.

CALLON M. éd. (1988). La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques. Paris : La Découverte.

CHADLI A. (2011). Bourguiba tel que je l'ai connu *:* la transition *Bourguiba*-Ben Ali. Tunis : Berg Edition.

CHIFFOLEAU S. éd. (2005) Politiques de santé sous influence internationale. Afrique, Moyen-Orient, Paris / Lyon : Maison de l'Orient et de la Méditerranée / Maisonneuve et Larose.

CHIFFOLEAU S. (1997). Médecines et médecins en Égypte. Construction d'une identité professionnelle et projet médical. Paris : L'Harmattan.

COHEN D. (1993). Les gènes de l'espoir, Paris : Laffont, Paris..

CROZET P. (2008). Les sciences modernes en Égypte. Transfert et appropriation (1805-1902). Paris : Geuthner.

CROZET P. (2014) La transmission des sciences modernes vers le monde arabe et islamique. *Histosc.com et HISTOire des SCIences & HISTOry of SCience*

DEJONG J. and coll. (2005). The sexual and reproductive health of young people in the Arab countries and Iran. Reproductive Heath Matters, n° 13, p. 49-59.

DOLS M. (1987) « The origins of the Islamic hospital, myth and reality ». Bulletin of the History of Medicine, n° 61, p. 367-91.

DUBOIS C.-J. (2013). Clot Bey : médecin de Marseille, 1793-1868 : chirurgien du vice-roi d'Égypte, Marseille : Jeanne Lafitte.

ECOSOC Annual Ministerial Review Regions Preparatory Meeting for Western Asia (2013) Science, Technology and Innovation for Sustainable Development ; background note 28.

ELZEIN A. and coll (2014). « Health and governance in the Arab World ». Lancet, vol. 13, n° 62, p. 185-6.

FAGEEH W. and coll. (2002). « Case report. Transplantation of the human uterus ». International Journal of Gynecology and Obstetrics, n° 76, p. 245-251.

FAYEZ O. CACHIER H. *et al.* (2008) "Seasonality of major aerosol species and their transformations in Cairo megacity". Atmospheric Environment, vol. 2, n° 7, 2008, p. 1503 – 16.

FINTZ M. (2012) Le rôle des arbovirus dans la genèse des dispositifs de surveillance des virus émergents. Une histoire égyptienne. Cahiers d'anthropologie sociale, n° 8, p. 103-118.

(2010) « Cadrage des épizooties et stratégies d'acteurs : le cas de l'influenza aviaire (H5N1) en Égypte, 2006-2009 ». Épidémiologie et santé, n° 58, p. 23-35.

FOX R.C and SWAZEY J. P. (1992). Spare Parts. Organ Transplantation in America. Oxford University Press.

GARRETT L. (2000) Betrayal of Trust : the Collapse of Global Public Health. New York : Hyperion.

(1994) The Coming Plague. Newly Emerging Diseases in a World Out of Balance. Farrar : New York.

GINGRAS Y. (2014). Les dérives de l'évaluation de la recherche. Du bon usage de la bibliométrie. Paris : Raisons d'agir.

GONZALEZ-QUIJANO (2012). Paris : Sindbad. Arabies numériques. Le printemps du Web arabe.

HAMDY S. (2012). Our Bodies Belong to God. Organ Transplants, Islam, and the Struggle for Human Dignity in Egypt. University of California Press.

HANAFI, S. and ARVANITIS, R. (2016). *Arab research and knowledge society : The impossible promise.* London : Routledge. 346 pages.

HANAFi S. and ARVANITIS R. (2014). Strengths and Weaknesses of Science and Technology Institutions in Arab countries.

HANAFI S. and ARVANITIS R. (2013). The broken cycle between research, university and society in Arab countries : proposals for change. Beirut : November 2012. Report presented at ESCWA (United Nations) / CNRS (Lebanon) / IRD (France).

HARRISON M. (2006). « Disease, diplomacy and international commerce : the Origins of International sanitary regulation in the nineteenth century ». Journal of Global History, n° 1, p. 203.

HOPKINS N. MEHANNA S.R., and EL-HAGGAR S. (2001). People and Pollution *:* Cultural Constructs and Social Action in Egypt. Cairo : American University of Cairo Press,

IBRAHIM A. (2011) Bridging the gap between scientists and society in the Arab World doi :10.1038/nmiddleeast.2011.20Arab World

INFANTINO F. (2011) Les mondes des étudiants subsahariens au Maroc. In PERALDI M. D'une Afrique à l'autre. Migrations subsahariennes au Maroc. Paris : Karthala, pp. 99-118.

JORDAN B. (2009). Chroniques d'une séquence annoncée, Six ans de programme génomique. Paris : EDK.

KAYALI G. and coll. (2013) Influenza Research in the Eastern Mediterranean Region : the current state and the way forward : www.influenzajournal com Wiley

KING ABDULAZIZ CITY FOR SCIENCE AND EDUCATION. Information about KACST : http : //kacst. edu.sa.en.about.Pages.default/aspx.

KECK F. (2013). Un monde grippé. Paris : Flammarion.

KEFI R. and coll. (2013). Early Online Phylogeny and genetic structure of Tunisian populations and their position within Mediterranean. Mitochondrial DNA 1-12Informa UK DOI : 10.3109/1940173620.2013.8796 49.

KHODR H. The dynamics of Policy Council. A case study of three specialized cities. Working Paper. Beyrouth : Institute issam Fares, AUB : http ://www.aub.edu.lb.ifi/

KLEICHE-DRAY M. et WAAST R. (2008). Le Maroc scientifique. Paris : Publisud.

KLEICHE-DRAY M. ET BELCADI S. (2008). L'université marocaine en processus d'autonomisation. Rabat : CSE, 108P.

KOHLSTALL F. (2008). « Les réformes de l'université à l'heure de l'internationalisme ». In MAZZELLA S. L'enseignement supérieur dans la mondialisation libérale, une comparaison internationale, Maghreb, Canada, France. Tunis : IRMC, pp. 39-50.

KOURILSKY P. et VINEY G. (2000) Le principe de précaution. Paris : Odile Jacob, Paris.

KRONFO NM. (2005) "Historical development of health systems in the Arab countries : a review". Eastern Mediterranean Health. vol. 4, n° 2.

LAIDI Z. ed. (1993) L'*ordre* mondial *relâché* : Sens et puissance après la guerre froide. Paris : Presses de la Fondation mondiale pour les sciences politiques.

LATOUR B. and WOOLGAR S. (1979) Laboratory Life. The construction of scientific facts. Sage : Beverly Hills.

LAVERNE N. de (2011). De l'école coranique à l'université al-Azhar. In BATTESTI V. ET IRETON F. L'Égypte au présent. Inventaire avant Révolution. Paris : Sindbad, pp. 715-730.

LE CHALONY C. and MOISSERON J.Y. (2010) « Research Governance in Egypt : Biotechnology in Egypt : *biotechnology* as a case study ». Science, Technology and Society, vol. 15, n° 2, p. 3-37.

LEWIS B. (1993). Islam and the West. New York : Oxford University Press.

MAZZELLA S. (2008). « Une « libéralisation d'État » de l'enseignement supérieur ? Mutations internationales et évolutions maghrébines In MAZZELLA S. L'enseignement supérieur dans la mondialisation libérale, une comparaison internationale, Maghreb, Canada, France. Tunis : IRMC, p. 15-22.

MENORET P. (2003) L'énigme saoudienne. Les Saoudiens et le monde, 1744-2003. Paris : La Découverte.

MOAZZAM F. (2006). Bioethics and Organ Transplantation in a Muslim Society. A Study in Culture, Ethnography and Religion. Bloomington : Indiana University Press.

MOKDAD Ali H and coll. (2014). « The state of health in the Arab World, 1990-2010 : an analysis of the burden of diseases, injuries and risk factors » Lancet, vol. 383, p. 309-319.

MOULIN A.M. (2014) « L'Institut Pasteur au pluriel. Histoire du Réseau International des Instituts Pasteur (2003-2013) ». Médecine / Sciences. vol. 30, n° 1, p. 99-102.

(2014). « Silent Bodies and Strident Diseases in a Global World. Blood, Iatrogenesis and Hepatitis C Transmission in Egypt » In GILES-VERNICKE and WEBB J.L.A. Global Health in Africa, Historical Perspectives on Culture, Epidemiology, and Control. Athens : Ohio University Press, p. 138-158.

(2013). « Du statut et de l'évolution récente des professions de santé dans la péninsule arabique » Arabian Humanities, n° 1-31 : http ://cy.revues.org/1910.

(2013) Rapport d'expertise pour l'Union Européenne, Programme Améliorer l'efficacité des systèmes de recherche publics au Maroc.

(2012). Rapport territorial International, Assises de l'Enseignement supérieur et de la Recherche : http ://w ww.assises-efr.fr.

(2011). « Comment se portent les Égyptiens ? Un diagnostic ». In BATTESTI V. et IRETON F. L'Égypte au présent : Inventaire avant Révolution. Paris : Sindbad, p. 577-610.

(2010). Le médecin du Prince. Paris *:* Odile Jacob.

ULMAN Y.I. (2010) Perilous modernity. History of Medicine in the Middle East, from the 19th century onwards. Istanbul : Isis.

RADI S. (2008) « La société égyptienne aux risques de la grippe aviaire, une santé au quotidien ». Islams et Santé, S*ociologie et Santé*, 31, 115-13

(2007) « Prédiction, prévention, précaution. Perspectives historiques et épistémologiques ». In ROSSI I., Prévenir et prédire la maladie. Paris : Aux Lieux d'Être, p. 103-119.

(2004) « L'éradication des maladies, remède à la globalisation ? » In MICHAUD Y. *Qu'est-ce que la globalisation* ? Paris : Odile Jacob, p. 207-228.

(2008). Histoire et évolution de l'épidémie de Sida au Moyen-Orient. In L'observance

(2002) « L'esprit et la lettre de la modernité égyptienne. L'enseignement médical de Clot bey ». In PANZAC D. et RAYMOND R. *La France et l'Égypte à l'époque des vice-rois 1805-1882*, IFAO, Cahier des Annales islamologiques, n° 22, p. 119-134.

(2000) « L'apprentissage pastorien de la mosaïque Tunisie ». In ALEXANDROPOULOS J. La mosaïque Tunisie, Diasporas, cosmopolitismes, archéologies de l'identité. Toulouse : Presses universitaires du Mirail, p. 369-88.

(1998), « Une généalogie scientifique : l'"Isnad" de Tunis (1883-1993) ». La mise en mémoire de la science. In ABIR-AM P.G. Pour une ethnographie historique des rites commémoratifs. Paris : Éditions des Archives contemporaines, p. 207-224.

(1996) « En marche avec le monde contemporain ». In Catalogue d'exposition À l'ombre d'Avicenne. Paris : institut du Monde arabe et Bibliothèque nationale, p 291-322.

(1996) « Tropical without Tropics. The turning point of Pastorian medicine in North Africa. In ARNOLD D. Warm Climates and Western Medicine : the emergence of tropical medicine, 1500-1900. Amsterdam : Rodopi, Amsterdam, p. 160-180.

(1995) « The Pasteur Institutes between the two World Wars. The transformation of the international Sanitary Order ». In WEINDLING P. International Health Organisations and Movements 1918-1939. Cambridge University Press, p. 1244-265.

MORSE SS. ed. (1993). Emerging Viruses. New York : Oxford University Press.

MOUTON J. et WAAST R. (2009). Comparative Study on National Research Systems : Findings and Lessons. In MEEK, V. TEICHER L. U. and KEARNEY M-L. Higher Education, Research and Innovation : Changing Dynamics. Paris : Unesco, p. 147-169 : http ://firgoa.usc.es/drupal/files/UNESCO_Research_and_Innovation.pdf#page=152.

MUNNICH A. (1999). La rage d'espérer. Paris : Plon.

NOUR S.S. (2005) « Science and Technology Development Indicators in the Arab Region : A comparative study of Arab Gulf and Mediterranean countries ». Science, Technology and Society, vol. 10, n° 2, p. 249-275.

OKASHA A and coll. (1998) « Mental health services and research in the Arab World ». Acta Psychiatrica Scandinavica, vol. 98, p. 406-413.

OMRANE A. R. (1992) *Family Planning in the Legacy of Islam*. London : Routledge.

(1971) « The epidemiological transition. A theory of the epidemiology of population changes ». Millbank Memorial Fund Quarterly, vol. 29, p. 509-538.

PANCERA A., PAPAGEORGIOU K. BOUTROS S. BOUSSEIMI L. ABDELHAK S. AL-BAWAB A. (2013) First lessons learnt from the Mediterranean ERA-WIDE projects, Options méditerranéennes, B n° 71, Moving forward in the Euro-Mediterranean Research and Innovation Partnership. The experience of the MIRA project, p. 62-78.

PANKHURST A.L. 2014. Genes and Djinn : Identity and Anxiety in Southeast Arabia. Doctoral thesis, University College, London.

PELIS K. (2000). Pasteur's Imperial Missionary, Charles Nicolle (1866-1936), Rochester University Press.

PERERA, K. G. and coll. (2013). « Seroepidemiology for MERS coronavirus using microneutralisation and pseudoparticle virus neutralisation assays reveal a high prevalence of antibody in dromedary camels in Egypt ». Euro Surveillance, vol. 18, n° 36, p. 1-7.

PNUD (2003). Rapport du PNUD sur le développement de l'éducation dans le monde arabe.

(2003). Rapport sur le développement humain.

POLANCO X. (1900) Naissance et développement de la science monde. Paris : La Découverte.

RADI S. (2005) La recherche scientifique et l'enseignement supérieur en Égypte, Le Caire : Études et documents du CEDEJ, n° 19, 34 pages.

ROMDHANE L. and ABDELHAQ S. (2012). Genetic disorders in North African Populations. New York : Oxford University Press.

ROSSI P.L. and WAAST R. (2007) « Étude bibliométrique de huit pays méditerranéens » in ARVANITIS R. ed. (2007) ESTIME : Evaluation of Scientific, Technology and Innovation capabilities in Mediterranean countries. Final Reports ; Project INCO 2004-510696.

ROSSI P.L. (2010) « Scientific Production in the Arab Countries . A bibliometric perspective ». Science, Technology and Society. vol. 15, n° 2, p. 339-370.

SALEH S.S. and coll. (2014) « The path towards universal coverage in the Arab uprising countries : Tunisia, Yemen, Egypt, Libya and Yemen ». Lancet, vol, 13.

SARDAR Z. (1984). The Touch of Midas. Science, Values and Environment in Islam and the West. Manchester : Manchester University Press.

SABET A. (1969) « UAR Commitments to Science and Technology », In NADER C. and ZAHLAN A. Science and Technology in Developing Countries, Cambridge.

NADER C. and ZAHLAN A.B. eds. (1969) UAR Commitments to Science and Technology, Science and Technology in Developing Countries, p. 219-220.

SALIH N. (2008). Science and Technology Indicators in the Arab World 2006.

TESTARD J. (1986) L'œuf transparent. Paris : Aubier.

TEEBI A. S. and FARAG T.I. (1997). Genetic disorders among Arab Populations, Oxford University Press.

THIEL M.-J. (2009). Donner, recevoir un organe : droit, dû, devoir. Strasbourg : Presses Universitaires de Strasbourg.

TITTMUS R. (1971). The Gift – Relationship From Human Blood to Social Policy. London : Pantheon Books.

TOBER D. and BUDIANI D. (2007). « Facilitating Organ Transplants in Egypt : an analysis of Doctors' Discourse, Islam, Health and the Body ». Body and Society, vol. 13, n° 3, p. 125-149.

Unesco (2009) Proceedings of the Arab Conference on Higher Education. Towards an Arab Higher Education Space. International challenges and social responsibilities.

VERDEIL C. (2008) « Naissance d'une nouvelle élite ottomane. Formation et trajectoire des médecins diplômés de Beyrouth à la fin du XIX^{e} siècle ». Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée, vol. 121, p. 217-237.

WAAST R. (2013), « Trois styles de science de la recherche algérienne ». In EL KENZ et WAAST éd. *Sciences Techniques et sociétés.* Alger : Publisud. p. 307-330.

WAAST, R. (2010). « Research in Arab Countries (North Africa and West Asia) », Science, Technology & Society 15 (2) : 187-231..

WAAST R. and KLEICHE-DRAY M. eds. (2009) Evaluating of a national research system : Morocco. Luxembourg : European Commission.

WAAST R. and ROSSI P.L. (2009) Scoreboard and beyond. The experience of ESTIME for Morocco and other Mediterranean countries. IRD MIRA indicators workshop, 16-17 March, Bondy : http ://www.estime.ird.fr/

WAAST R. (2006), « Savoir et sociétés : un nouveau pacte à sceller ». In GERARD E. Savoirs, insertion et globalisation : vu du Maghreb. Paris : Publisud. p. 373-403.

WEISZ G. and OLSZYNKO-GRYN J. (2009). « The Theory of Epidemiological Transition ». Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, n° 15, p. 1-40.

WILKINSON R. (1996). Unhealthy Societies. The Afflictions of Inequality. London : Routledge.

WINSLOW C.E.A. (1980). The Conquest of Epidemic Disease. A chapter in the history of ideas. Madison : University of Wisconsin Press.

ZAHLAN A. (2012). Science, Development and Sovereignty in the Arab World. New York : Palgrave Macmillan.