

Bibliométrie de 25 ans des publications scientifiques biomédicales en Mauritanie (Medline : 1992-2016)

Bibliometry of biomedical scientific publications in Mauritania (Medline:1992-2016)

Sid'ahmed Dahdi^{1,2}, Asma Ben Abdelaziz^{3,4}, Tarek Baroumi^{3,4}, Ousmane Ba¹, Mohamadou Diagana^{1,5}, Lebchir Dada^{1,6}, Ahmed Ben Abdelaziz^{3,4}

1. *Faculté de Médecine de Nouakchott. Université de Nouakchott Al-Asriya. Mauritanie*
2. *Direction des Ressources Humaines. Ministère de la Santé Mauritanie*
3. *Unité de Recherche UR12SP36 (Mesure et appui à la performance hospitalière)*
4. *Réseau Maghrébin PRP2S (Pédagogie-Recherche-Publication en Sciences de la Santé)*
5. *Equipe de rédaction de la revue « Mauritanie Médicale »*
6. *Equipe décanale de la Faculté de Médecine de Nouakchott*

RÉSUMÉ

Contexte : Dans le cadre des travaux préparatifs d'élaboration d'un plan stratégique de développement de la recherche scientifique en Mauritanie, un état de lieux de la recherche biomédicale nationale, a été demandé par les autorités de la tutelle.

Objectif : Décrire le profil bibliométrique des publications scientifiques biomédicales de la Mauritanie, indexées dans la base des données bibliographiques Medline, au cours de 25 dernières années.

Méthodes : Il s'agit d'une étude bibliométrique, effectuée sur la base Medline, couvrant la période du 1 janvier 1992 au 31 décembre 2016. La parenté mauritanienne d'un article, a été définie par la signalisation de l'affiliation d'au minimum d'un de ses signataires, à une adresse mauritanienne. Les champs de la notice bibliographique de la base Medline, ont été utilisés pour la description des items: auteurs, adresses, revue, langue, type d'article, et mots clés majeurs. L'attribution d'une publication à un auteur s'est limitée à la première et à la dernière position. Seule la première affiliation institutionnelle citée dans les adresses des auteurs, a été retenue pour le classement de la productivité des établissements. La coopération internationale dans le domaine de la publication, a été étudiée à travers la compilation de toutes les adresses de cosignataires.

Résultats : Entre 1992 et 2016, Medline a indexé 141 articles mauritaniens, dont 74 au cours du quinquennat 2012-2016. Ces papiers ont couvert essentiellement les disciplines des « maladies infectieuses », « santé communautaire », « parasitologie », « médecine vétérinaire » et « sciences de la mer ». Il s'agit souvent d'un article rédigé en anglais (57%), de type original (79%), et sans soutien financier (72%). Les articles mauritaniens ont été publiés dans 72 revues enregistrées dans 12 pays différents. Trois revues ont cumulé 23% des publications: « Bulletin de la Société de Pathologie Exotique », « Pan African Medical Journal » et « Malaria journal »; 36% des papiers ont été publiés dans des revues françaises. La description des sujets de recherche de cette littérature biomédicale mauritanienne, a été réalisée par 215 mots clés majeurs différents dont cinq ont représenté 22% des publications: « Paludisme », « Infections à VIH », « Anophèles », « Chameaux », et « Maladies des chèvres ». Pour 112 articles (79%); les premiers signataires ont été mauritaniens, pour le reste (n=29), ils étaient des auteurs originaires de 15 pays, particulièrement de la France, du Sénégal et des pays du Grand Maghreb. Dans 48% des articles, l'affiliation des premiers signataires a été une de quatre structures suivantes: le « Centre Hospitalier National de Nouakchott », le « Centre National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires », la « Faculté des Sciences et Techniques » et « l'Institut National de Recherche en Santé Publique ». Pour 40% des publications, un partenariat avec une équipe internationale, a été noté, particulièrement avec la France, l'Italie, le Sénégal, le Burkina Faso et la Tunisie.

Conclusion : Au cours de 25 dernières années, le portrait des publications biomédicales de la Mauritanie, en croissance rapide à partir de l'année 2012, a été caractérisé par l'adéquation de leurs thématiques de recherche avec les besoins de santé de la population, le rayonnement international et le réseautage étendu avec des nombreuses structures de recherche étrangères. Le renforcement de la collaboration maghrébine dans les domaines de la formation à la recherche et de la recherche multicentrique, serait un appui à la dynamique nationale de recherche biomédicale.

Mots-clés

Bibliométrie – Recherche biomédicale – Responsabilité sociale – Medical Subject Headings - Auteur – Publications - Mauritanie

SUMMARY

Background: As part of the preparatory work for the elaboration of a strategic plan for the development of scientific research in Mauritania, an overview of national biomedical research was recommended by the supervisory authorities.

Aim: Describe the bibliometric profile of biomedical scientific publications in Mauritania, indexed in Medline database, over the past 25 years.

Methods: A bibliometric study was carried out on Medline Database covering the period from 1 January 1992 to 31 December 2016. Were retained, the scientific papers whose one of the author's address, at least, was a Mauritanian one. The fields of the Medline display format were used to describe the following items: authors, addresses, journal, language, article type, and Mesh terms. The assignment of a publication to an author was limited to the first and last position. Only first institutional affiliation mentioned in the authors' addresses was considered to classify the establishments' productivity. International co-operation has been studied through the compilation of all co-author addresses.

Results: Between 1992 and 2016, Medline had indexed 141 Mauritanian articles, 74 of them was published during the previous five-year period (2012-2016). These papers covered essentially the following disciplines: «Infectious diseases», «Community health», «Parasitology», «Veterinary Medicine» and «Marine Sciences» It mainly consist of an original article (79%), written in English (57%) and published without financial support (72%). Mauritanian articles have been published in 72 journals in 12 different countries. Three journals « Bulletin de la Société de Pathologie Exotique », « Pan African Medical Journal » and « Malaria journal » have accounted 23 % of the publications ; 36% of the papers have been published in French journals. The research subjects of the Mauritanian biomedical literature was carried out via 215 major keywords, five of them represented 22% of the publications: «Malaria», «HIV infections», «Anopheles», «Camels», and «Goat diseases ». For 112 scientific articles (79%), the first author were Mauritanian, as for the rest (n = 29) the authors were coming from 15 different countries, mainly from France, Senegal and the Arab Maghreb. In 48% of the articles, the affiliation of the first author was one of four following structures: « the National Hospital Centre in Nouakchott», «The National Center for Livestock and Veterinary Research», « the Faculty of Science and Technology » and «the National Institute for Research in Public Health». A partnership with an international team was noted for 40% of publications, particularly with France, Italy, Senegal, Burkina Faso and Tunisia.

Conclusion: During the last past 25 year, the biomedical publication feature, inconsistently growing since 2012, has been characterizing by the adequacy of research themes with the population's health needs, an international visibility and an extensive networking with many foreign research structures. Strengthening Maghrebian collaboration in the fields of research training and Multi-centric research would be a fine support to the national dynamics of biomedical research.

Key-words

Mesh terms: Bibliometrics - Biomedical Research - Social Responsibility - Medical Subject Headings – Authorship – Publications - Mauritania

المنشورات العلمية الطبية الحيوية في موريتانيا

ميدالين : 1992-2016

سيد أحمد دحدي ، أسماء بن عبد العزيز ، طارق البرهومي، عثمان با، محمود دياغانا ، البشيرداد، أحمد بن عبد العزيز

الخلفية: كجزء من خطة تطوير إستراتيجية العمل التحضيرية لتنمية البحث العلمي في موريتانيا، تم التوصية من قبل سلطات الاشراف بجدد البحوث الطبية الحيوية الوطنية.

الهدف: وصف النمطية الببليومترية للمنشورات العلمية الطبية الحيوية الموريتانية والمفهرسة في قاعدة البيانات الببليوغرافية ميدالين، على مدى السنوات ال 25 الماضية.

الطريقة: هذه الدراسة الببليومترية، والتي أجريت على قاعدة البيانات ميدالين، تغطي الفترة 1 يناير 1992 إلى 31 ديسمبر 2016. تم تعريف الابوة الموريتانية للمقال بواسطة إشارات من انتماء واحد على الأقل من الموقعين على عنوان موريتاني. استخدمت حقول المذكرة الببليوجرافية لقاعدة بيانات ميدالين لتحديد المؤلفين وعناوين والمجلات، واللغة، ونوع المادة، والكلمات الرئيسية الكبرى. اقتصر. تخصيص المقالة على الموقع الأول والأخير للمؤلف. اختير الانتماء المؤسسي الأول المذكور في عناوين الكتاب ، لتصنيف إنتاجية المنشأ. تم دراسة التعاون الدولي في مجال النشر من خلال تجميع كل الموقعين على المنشورات.

النتائج: بين عامي 1992 و 2016، فهرس ميدالين 141 مقالة موريتانية، بما في ذلك 74 خلال فترة السنوات الخمس 2012-2016. وقد غطت هذه الأوراق أساسا تخصصات «الأمراض المعدية»، «صحة المجتمع»، «الطفيليات»، «الطب البيطري» و «العلوم البحرية». في كثير من الأحيان كتبت هذه المقالات باللغة الإنجليزية (57%) وهي من النوع الأصلي (79%) بدون دعم مالي (72%). نشرت المقالات الموريتانية في 72 مجلة مسجلة في 12 بلدا مختلفا. راکمت ثلاث مجلات (23%) من مجموع المنشورات: «نشرة جمعية علم الأمراض الغريبة»، «المجلة الطبية لعموم أفريقيا» و «الملايا جورنال». تم نشر 36% من المقالات في المجلات الفرنسية. وقد وصفت الموضوعات البحثية للأدبيات الطبية الحيوية الموريتانية ب 215 كلمة رئيسية مختلفة منها خمسة مثلت 22% من المنشورات «الملايا»، «عدوى فيروس نقص المناعة البشرية»، «البعوضة»، «الجمال» و«أمراض الماعز» في 112 مقال (79%) ؛ كان أوائل الموقعين من الموريتانيين، اما البقية (29)، فكانوا كتابا من 15 دولة، وخاصة فرنسا و السنغال وبلدان المغرب العربي. في 48% من المقالات، كان انتماء أول الموقعين واحد من الهياكل الأربعة التالية: «مستشفى الوطني نواكشوط»، و «المركز الوطني للتربية وأبحاث البيطرية»، و «كلية العلوم والتكنولوجيا» و «المعهد الوطني لبحوث الصحة العامة». كانت. 40% من المطبوعات، بشراكة مع فريق دولي، خاصة مع فرنسا وإيطاليا والسنغال وبوركينا فاسو وتونس.

الخلاصة: في السنوات ال 25 الماضية، تميزت صورة المنشورات الطبية الحيوية الموريتانية، والمتزايدة بسرعة من عام 2012، بتطابق مواضيع البحث مع الاحتياجات الصحية للسكان، و الإشعاع الدولي والتواصل المكثف مع العديد من الهياكل البحثية الأجنبية. إن تعزيز التعاون المغاربي في مجالات التدريب على البحث والبحوث المتعددة المراكز، من شأنه دعم ديناميكية البحوث الطبية الحيوية الوطنية.

الكلمات المفتاح: ببليومتريا- البحث الطبي - المسؤولية الاجتماعية - رؤوس الموضوعات الطبية - الكاتب - مطبوعات - موريتانيا

Auteur correspondant :

Ahmed Ben Abdelaziz

Professeur de Médecine Préventive et Communautaire à la Faculté de Médecine de Sousse

Directeur des Systèmes d'Information au CHU Sahloul de Sousse (Tunisie)

Chef de l'Unité de Recherche UR12SP36 « Mesure et Appui à la Performance Hospitalière

Président du Réseau Maghrébin PRP2S (Pédagogie-Publication-Recherche en Sciences de la Santé)

Email : ahmedbenabdelaziz.prp2s@gmail.com

Remerciements

Les auteurs remercient les enseignants de la Faculté de Médecine de Nouakchott qui ont participé à l'enrichissement de la discussion des résultats de cette étude

Conflicts d'intérêt: Les auteurs déclarent avoir aucun conflit d'intérêt

INTRODUCTION

La recherche biomédicale est une composante princeps de la recherche scientifique: un pilier de développement des nations et de croissance des pays. Ses résultats sont communément communiqués sous format des articles publiés dans des revues indexées par des bases internationales de données bibliographiques [1], dont la plus reconnue en sciences biomédicales est « Medline » avec son interface électronique « PubMed » [2]. L'émergence des bases documentaires, ont permis aux organismes internationaux d'intégrer plusieurs indicateurs bibliométriques dans leur package de monitoring du développement humain, reliés non seulement au nombre des brevets d'innovations, mais aussi à la quantité et à la qualité des articles produits [3]. En effet, les publications scientifiques biomédicales seraient d'une part un traceur de la performance du système de recherche d'un pays (productivité scientifique) et d'autre part un indice de responsabilité sociale de ses structures de santé (adéquation des sujets de recherche avec les besoins de santé de la population.

Au cours des dernières années, plusieurs études bibliométriques ont été conduites dans les pays du Grand Maghreb, dont la Tunisie et l'Algérie [4-7] et d'autres pays arabes tels que le Liban [8]. Ces recherches ont documenté la faible productivité des chercheurs (dont les membres des staffs académiques), la faible valorisation des résultats de la recherche (limitée par le choix de la langue de publication et la nouvelle politique « open access » des revues scientifiques), et l'absence des stratégies effectives de mobilisation des structures de recherche (unités et laboratoires) vers les priorités sanitaires nationales [4, 9].

La Mauritanie, après une phase de couverture sanitaire marquée par la mise en place d'une infra structure sanitaire, destinée à assurer un accès durable à un paquet minimum des services de santé de qualité (hôpitaux, centres de santé, écoles de santé, faculté de médecine, ..), s'oriente actuellement vers l'optimisation de ses ressources de santé, la mise à niveau des services existants et l'appui à la performance des différentes structures dédiées à la santé. Les différents projets de réforme, lancés par les Ministères de la Santé et de l'Enseignement Supérieur, ont inscrit la recherche comme étant à la fois un leader du développement des secteurs de la santé et de l'éducation et un voyant du tableau de bord de son pilotage.

C'est dans le cadre de la dynamique de réflexion participative pour l'élaboration d'un plan national de promotion de la recherche biomédicale scientifique en Mauritanie, qu'une analyse stratégique des « forces » et des « opportunités » locales s'impose, afin d'orienter

la feuille de route attendue, vers les scénarios les plus efficaces pour le renforcement des capacités des chercheurs potentiels en santé et leur orientation vers l'exploration et l'étude des besoins de santé de la population mauritanienne [10]. Un tel diagnostic de l'état de lieux de la recherche scientifique biomédicale, répondant à la question « où sommes-nous ? », nécessite, entre autres, le recours à une étude bibliométrique fournissant un descriptif documenté de l'occurrence des publications mauritaniennes, de leurs sujets de recherche et de leurs structures signataires. Ce travail, commandé par la nouvelle équipe de pilotage de la Direction des Ressources Humaines du Ministère de la Santé, et conduit par le Réseau Maghrébin PRP2S, s'est fixé comme objectif principal d'établir le profil bibliométrique des publications scientifiques biomédicales de la Mauritanie, à travers la base des données bibliographiques Medline, entre 1992 et 2016,.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude bibliométrique, effectuée sur la base de données Medline en juin 2017, à travers la capture des références des publications mauritaniennes éditées du 1 janvier 1992 au 31 décembre 2016. Medline, une base internationale de données bibliographiques biomédicales, éditée par la bibliothèque américaine NLM, est d'accès libre sur le web, via son interface « PubMed » [11].

La parenté mauritanienne d'un article indexé, a été définie par la signalisation de l'affiliation d'au minimum d'un de ses signataires, à une structure professionnelle et/ou académique mauritanienne. C'est ainsi qu'une requête sensible, combinant le nom de la « Mauritanie » et sa capitale « Nouakchott », sous plusieurs formats rédactionnels, par l'opérateur booléen « OR », a été appliquée au champ « affiliation » de la base Medline en juin 2017. Le filtre des dates a été appliqué afin de limiter les résultats de la recherche documentaire, à la période cible (encadré 1).

Encadré 1 : Requête documentaire sur les publications scientifiques biomédicales mauritaniennes :

```
(«mauritania»[Affiliation] OR «mauritanie»[Affiliation] OR «mauritanian*»[Affiliation] OR «mauritanien*»[Affiliation] OR «nouakchott»[Affiliation]) OR «nouackchott»[Affiliation]
```

Les références, résultantes de cette équation de recherche, ont été téléchargées sous format des fiches signalétiques avec l'ensemble des champs descriptifs (format Medline). Ces notices bibliographiques, ont été transformées en des grilles d'observation, explorant chaque publication, par

une vingtaine des variables décrivant la typologie de la publication, le nom de la revue éditrice, ses auteurs, leurs affiliations professionnelles et l'ensemble des mots clés majeurs (Majr) utilisés pour son indexation.

L'équipe de Direction des Ressources Humaines du Ministère de la Santé en Mauritanie s'est chargé par la suite de compléter les données fournies par la base des données Medline, par les informations liées d'une part à la standardisation des noms des auteurs mauritaniens, leur domaines d'expertise et leurs spécialités, et d'autre part aux noms des structures d'affiliation des auteurs nationaux.

Au cours de cette étude, les définitions opérationnelles suivantes ont été adoptées pour la présentation des informations bibliométriques :

- Les publications indexées dans la base des données biomédicales « Medline » ont été réparties en deux grandes catégories. La première : « *Sciences médicales* », a regroupé les publications en sciences cliniques (médecine, chirurgie, pédiatrie, gynéco obstétrique), les sciences fondamentales (ex : biochimie, ..) et mixtes (ex : radiologie,...) ainsi que la « Santé Publique » dans son spectre large des approches et des outils (épidémiologie, santé communautaire, contrôle des maladies, ...). La deuxième catégorie « *Biologie animale et végétale* » a fédéré les spécialités relevant de la santé animale (médecine vétérinaire, ..), des sciences des mers et des océans et de l'agronomie (déserts,...).

- L'occurrence des publications mauritaniennes au cours de la période d'étude de 25 ans, a été stratifiée en cinq quinquennats pour identifier des éventuelles tendances chronologiques.

- La typologie de la publication a été définie en se référant à la notice bibliographique élaborée par l'équipe d'indexation de la base Medline, en explorant principalement les champs : type d'article (exemple : « journal article », « cas report », ...), langue de la publication, financement éventuel de la recherche essentiellement par des organismes américains,...

- Les thématiques dominantes de la recherche biomédicale mauritanienne, ont été déterminées, en combinant l'ensemble des descripteurs majeurs (Majors Topics), selon le thesaurus Mesh de la bibliothèque NLM, et en les classant selon leur occurrence.

- La parenté d'une publication a été déterminée en se référant aussi bien aux premiers qu'aux derniers signataires. La combinaison des premiers et des derniers auteurs des publications dans une seule liste, a permis de générer les auteurs les plus prolifiques dans le domaine de la recherche biomédicale en Mauritanie.

- L'affiliation institutionnelle de la publication a été

attribuée à la première adresse générique citée, liée soit à l'appartenance professionnelle (hôpital, institut ...) ou académique (université) du premier auteur.

- La coopération internationale dans la production des publications mauritaniennes, a été explorée en rassemblant les différents pays d'affiliation de l'ensemble des signataires des articles inclus à l'étude.

RÉSULTATS

Entre les années 1992 et 2016 la base des données Medline a indexé 141 articles scientifiques mauritaniens, dont l'évolution a été marquée par l'augmentation du nombre d'articles de 20 publications au premier quinquennat 1992-1996 à 74 au dernier quinquennat 2012-2016. Au cours de la décennie 2002-2011, 26 articles de recherche biomédicale ont été indexés sur la base Medline.

Tableau 1 : Répartition, selon les champs disciplinaires scientifiques des premiers auteurs signataires, de 141 publications biomédicales mauritaniennes (Medline, 1992-2016)

	n	%	% cumulé
Sciences médicales			
Sciences cliniques	40	28,4	28,4
Maladies infectieuses	10	7,1	7,1
Chirurgie Générale	7	5,0	12,1
Neurologie	7	5,0	17,1
Cardiologie	4	2,8	19,9
Autres	12		
Sciences fondamentales	36	25,5	53,9
Parasitologie	8	5,7	5,7
Biologie moléculaire	7	5,0	12,7
Microbiologie	6	4,3	17,0
Biochimie	4	2,8	19,8
Biologie	4	2,8	22,6
Autres	7		
Santé Publique	26	18,4	72,3
Santé Communautaire	9	6,4	6,4
Epidémiologie Bio statistique	5	3,5	9,9
Environnement	3	2,4	12,3
Hygiène	3	2,4	14,7
Autres	6		
Biologie animale et végétale			
Santé animale	23	16,3	88,7
Médecine vétérinaire	19	13,5	13,5
Autres			
Océans et pêche	12	8,5	97,2
Sciences des mers	9	6,4	6,4
Autres	3	2,1	8,5
Déserts	4	2,8	100,0
Agrologie	2	1,4	1,4
Autres	2	1,4	1,4
Total	141	100,0	

Le tableau I montre la répartition de la littérature biomédicale mauritanienne indexée dans la base Medline, en deux catégories : les « sciences médicales » (102 articles soit 72%) et la « biologie animale et végétale » (39 articles soit 28%). Les publications mauritaniennes

en « sciences médicales » provenaient essentiellement des champs disciplinaires des « maladies infectieuses » (10 articles), de « santé communautaire » (9 articles) et de « parasitologie » (8 articles), quant aux publications de « biologie animale et végétale », elles ont été signées principalement par les spécialistes de « médecine vétérinaire » (19 papiers) et des « sciences de la mer » (12 papiers).

Une accélération de la vitesse d'indexation des travaux de recherche biomédicale mauritanienne, plus prononcée dans le domaine des « sciences médicales » que celui de la « biologie animale et végétale », a été notée, à partir de l'année 2012, après une décennie marquée par une productivité faible et instable. Cette croissance a été

Il ressort du tableau II que le profil de la publication biomédicale scientifique mauritanienne indexée dans la base Medline, au cours de 25 dernières années, a été celui d'un article rédigé en anglais (dans six cas sur dix), de type « article original » (dans huit cas sur dix), et dont la recherche a été conduite sans soutien financier (dans sept cas sur dix).

Tableau 2 : Typologie des publications biomédicales scientifiques mauritaniennes indexées dans la base des données Medline entre 1992 et 2016

	n	%
Langue de la publication		
Anglais	80	56,7
Français	61	43,3
Type de publications		
Article original	111	78,7
Etude comparative	4	2,8
Lettre à l'éditeur	3	2,1
Guideline de pratique	1	,7
Essai contrôlé randomisé	1	,7
Erreur de publication	1	,7
Non Précisé		
Financement de la recherche		
Soutien à la recherche*	38	27,0
Soutien à la recherche extra-muros de la N.I.H**	1	,7

* autre que le gouvernement des États-Unis.

** NIH : National Institutes of Health

Ces articles de recherche biomédicale mauritanienne ont été publiés dans 72 revues indexées dans la base Medline. Trois revues ont publié environ le quart (23%) des articles mauritaniens au cours de la période 1992-2016:

« Bulletin de la Société de Pathologie Exotique », « Pan African Medical Journal » et « Malaria journal » (tableau III). Les statuts légaux de ces revues, ont été enregistrés dans 12 pays différents, couvrant les cinq continents de la planète, dont essentiellement l'Europe, avec les deux tiers des résultats de recherche biomédicale de la Mauritanie (67%).

Tableau 3 : Répartition, selon les revues, des publications biomédicales scientifiques de la Mauritanie (Medline, 1992-2016)

N°	Nom de la revue	n	%	% cumulé
1	Bulletin de la Société de pathologie exotique (1990)	15	10,6	10,6
2	The Pan African Medical Journal	10	7,1	17,7
3	Malaria Journal	7	5,0	22,7
4	Médecine Tropicale : revue du Corps de santé colonial	5	3,5	26,2
5	PloS one	5	3,5	29,8
6	Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux	5	3,5	33,3
7	Médecine et Sante Tropicales	4	2,8	36,2
8	Sante (Montrouge, France)	4	2,8	39,0
9	Veterinary Parasitology	4	2,8	41,8
10	Annals of the New York Academy of Sciences	3	2,1	44,0
11	International Journal of Gynaecology and Obstetrics	3	2,1	46,1
12	Journal de Chirurgie	3	2,1	48,2
13	La Tunisie Médicale	3	2,1	50,4
14	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	2	1,4	51,8
15	Emerging Infectious Diseases	2	1,4	53,2
16	Global Health Action	2	1,4	54,6
17	Hemoglobin	2	1,4	56,0
18	Infection, Genetics and Evolution	2	1,4	57,4
19	Journal de Gynécologie, Obstétrique et Biologie de la Reproduction	2	1,4	58,9
20	Journal of Fish Biology	2	1,4	60,3
21	Parasitology Research	2	1,4	61,7
22	Primary Care Diabetes	2	1,4	63,1
23	Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)	2	1,4	64,5
24	Sante Publique (Vandœuvre-lès-Nancy, France)	2	1,4	66,0
	Autres	48	34,0	100,0
		Total	141	100,0

Les revues françaises ont publié à elles seules 36% des articles, indexée dans Medline (tableau IV).

Pour la description de ces 141 publications biomédicales mauritaniennes, 420 lignes d'indexation ont été utilisées, utilisant 215 mots clés majeurs (Majr) différents. Le tableau V détaille la liste de 30 mots clés majeurs les plus fréquents,

décrivant les sujets de recherche de ces articles (soit 68% de l'ensemble des mots clés). Cinq descripteurs majeurs ont représenté 22 % des mots clés majeurs utilisés par les documentalistes de la base Medline pour l'indexation de la littérature scientifique mauritanienne : trois en « sciences médicales » (Paludisme, Infections à VIH, Anophèles) et deux en « biologie animale » (Chameaux, Maladies des chèvres).

Tableau 4 : Répartition des revues selon les pays ayant publié les 141 articles de recherche biomédicale scientifique mauritanienne, indexés dans Medline de 1992 à 2016

Continent	Pays	N	%	% cumulé
Europe		95	67,3	67,3
	France	51	36,2	36,2
	Angleterre	27	19,1	55,3
	Pays bas	11	7,8	63,1
	Allemagne	3	2,1	65,2
	Suisse	3	2,1	67,3
Amériques		29	20,6	87,9
	Etats Unis	29	20,6	20,6
Afrique		14	9,9	97,8
	Uganda	10	7,1	7,1
	Tunisie	3	2,1	9,2
	Sénégal	1	0,7	9,9
Asie		2	1,4	99,2
	Inde	1	0,7	0,7
	Iran	1	0,7	1,4
Australie		1	,7	99,7
	Nouvelle Zélande	1	0,7	0,7

Parmi les 141 publications biomédicales mauritaniennes indexées, 112 (79%) ont été signées, en première position, par des auteurs nationaux. Pour les autres articles mauritaniens (n=29; 21%), des auteurs provenant de 15 pays ont été leurs premiers signataires, particulièrement de la France, du Sénégal et des pays du Grand Maghreb: le Maroc et la Tunisie (tableau VI). La combinaison des noms des signataires de la littérature biomédicale mauritanienne, en première et en dernière position, a permis de générer une liste de 312 lignes de signature, correspondant à 192 auteurs différents, dont cinq ont été signataires de 25% des publications biomédicales mauritaniennes: Jacquiet, P, Boushab BM, Boukhary AMS, Ouldabdallahi M et Houmeida, A.

L'étude des principales affiliations des auteurs, premiers signataires de la littérature biomédicale mauritanienne, a montré que quatre structures ont totalisé 48% des publications: une structure hospitalière (Centre Hospitalier National de Nouakchott), un centre de recherche

animale (Centre National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires), une structure universitaire (Faculté des Sciences et Techniques) et un institut de Santé Publique (Institut National de Recherche en Santé Publique).

Tableau 5 : Principaux descripteurs utilisés pour l'indexation de 141 publications scientifiques biomédicales mauritaniennes, par 215 mots clés majeurs (Medline, 1992-2016)

N° Mots Mesh Anglais	Mots Mesh Français	Nb mots clés	% articles	% mots clés	% cum mots clés
1 Camelus	Chameaux	12	8,5	5,6	5,6
2 Malaria	Paludisme	10	7,1	4,7	10,3
3 HIV Infections	Infections à VIH	9	6,4	4,2	14,4
4 Goat Diseases	Maladies des chèvres	8	5,7	3,7	18,2
5 Anopheles	Anophèles	8	5,7	3,7	21,9
6 Haemonchiasis	Infections à Haemonchus	7	5,0	3,3	25,1
7 Cadmium	Cadmium	6	4,3	2,8	27,9
8 Rift Valley Fever	Fièvre de la Vallée du Rift	6	4,3	2,8	30,7
9 Delivery, Obstetric	Accouchement (procédure)	6	4,3	2,8	33,5
10 Fishes	Poissons	6	4,3	2,8	36,3
11 Theileria annulata	Theileria annulata	4	2,8	1,9	38,2
12 Anti-Bacterial Agents	Antibactériens	4	2,8	1,9	40,0
13 Plasmodium vivax	Plasmodium vivax	4	2,8	1,9	41,9
14 Health Planning	Planification en santé	4	2,8	1,9	43,7
15 Ruminants	Ruminants	4	2,8	1,9	45,6
16 Disease Outbreaks	Flambées de maladies	4	2,8	1,9	47,5
17 Adenocarcinoma	Adénocarcinome	4	2,8	1,9	49,3
18 Thyroid Diseases	Maladies de la thyroïde	4	2,8	1,9	51,2
19 Dystocia	Dystocie	4	2,8	1,9	53,0
20 Maternal Health Services	Services de santé maternelle	3	2,1	1,4	54,4
21 Trypanosoma	Trypanosoma	3	2,1	1,4	55,8
22 Rift Valley fever virus	Virus de la fièvre de la vallée du Rift	3	2,1	1,4	57,2
23 Desert Climate	Climat désertique	3	2,1	1,4	58,6
24 Malaria, Vivax	Paludisme à Plasmodium vivax	3	2,1	1,4	60,0
25 Developing Countries	Pays en voie de développement	3	2,1	1,4	61,4
26 Medicine, African Traditional	Médecine traditionnelle africaine	3	2,1	1,4	62,8
27 Epilepsy	Épilepsie	3	2,1	1,4	64,2
28 Schistosomiasis haematobia	Bilharziose urinaire	3	2,1	1,4	65,6
29 Sheep Diseases	Maladies des ovins	3	2,1	1,4	67,0
30 Stroke	Accident vasculaire cérébral	3	2,1	1,4	68,4
	Autres	68	48,2	31,6	100,0

L'étude des affiliations des auteurs signataires de 141 publications biomédicales mauritaniennes incluses dans ce bilan bibliométrique, a révélé que 56 d'entre-elles (40%) ont été conduites, en partenariat avec une collaboration internationale, particulièrement avec deux pays européens (France et Italie) et trois pays africains (Sénégal, Burkina Faso, Tunisie). Le nombre des adresses des pays collaborateurs dans la signature de la recherche biomédicale mauritanienne, atteignant jusqu'à neuf pays, a totalisé 139 lignes d'affiliation internationale, relatives à 39 pays différents. Cinq pays: la France, le Sénégal, le Maroc, Burkina Faso et la Tunisie, ont représenté ensemble, environ 58% de la totalité des collaborations internationales (tableau VII).

Tableau 6 : Répartition, selon le pays du premier signataire, des publications biomédicales scientifiques mauritaniennes indexées dans Medline (1992-2016)

N°	Pays	n	%	% cumulé
1	Mauritanie	112	79,4	79,4
2	France	7	5,0	84,4
3	Sénégal	5	3,5	87,9
4	Italie	3	2,1	90,1
5	Burkina Faso	2	1,4	91,5
6	Maroc	2	1,4	92,9
7	Angleterre	1	,7	93,6
8	Cameroun	1	,7	94,3
9	Canada	1	,7	95,0
10	Cote d'Ivoire	1	,7	95,7
11	Guinée	1	,7	96,5
12	Mali	1	,7	97,2
13	Pays Bas	1	,7	97,9
14	Arabie Saudia	1	,7	98,6
15	Afrique de Sud	1	,7	99,3
16	Tunisie	1	,7	100,0
Total		141	100,0	

Tableau 7 : Classement des occurrences des pays étrangers dans les 139 lignes d'affiliation internationale, des adresses des signataires de 141 articles de recherche biomédicale mauritanienne indexée dans la base Medline entre 1992 et 2016

N°	Pays	Lignes des affiliations des auteurs signataires N=139			Affiliations des premiers signataires N=141		
		n	%	% cumulé	n	%	% cumulé
1	France	33	23,7	23,7	19	13,5	13,5
2	Sénégal	20	14,4	38,1	11	7,8	21,3
3	Maroc	10	7,2	45,3	2	1,4	22,7
4	Burkina Faso	9	6,5	51,8	6	4,3	27,0
5	Tunisie	9	6,5	58,2	3	2,1	29,1
6	Mali	6	4,3	62,5	1	,7	29,8
7	Angleterre	5	3,6	66,1	2	1,4	31,2
8	Guinée	5	3,6	69,7	1	,7	31,9
9	Italie	4	2,9	72,6	3	2,1	34,0
10	Cote d'Ivoire	3	2,2	74,8	1	,7	34,7
11	Afrique du Sud	2	1,4	76,2	-	-	34,7
12	Cameroun	2	1,4	77,7	1	,7	35,4
13	Soudan	2	1,4	79,1	-	-	35,4
14	Zimbabwe	2	1,4	80,5	1	,7	36,1
15	Suisse	2	1,4	82,0	-	-	36,1
16	Allemagne	2	1,4	83,4	-	-	36,1
17	Japon	2	1,4	84,9	2	1,4	37,5
18	Arabie Saudia	1	0,7	85,6	1	0,7	38,2
19	Canada	1	0,7	86,3	1	0,7	38,9
20	Pays bas	1	0,7	87,0	1	0,7	39,6
21	Algérie	1	0,7	87,7	-	-	-
22	Belgique	1	0,7	88,4	-	-	-
23	Congo	1	0,7	89,2	-	-	-
24	Egypte	1	0,7	89,9	-	-	-
25	Espagne	1	0,7	90,6	-	-	-
26	Ethiopie	1	0,7	91,3	-	-	-
27	Iran	1	0,7	92,0	-	-	-
28	Iraq	1	0,7	92,8	-	-	-
29	Kenya	1	0,7	93,5	-	-	-
30	Liban	1	0,7	94,2	-	-	-
31	Madagascar	1	0,7	94,9	-	-	-
32	Oman	1	0,7	95,6	-	-	-
33	Portugal	1	0,7	96,4	-	-	-
34	Tadjikistan	1	0,7	97,1	-	-	-
36	Togo	1	0,7	97,8	-	-	-
37	Uganda	1	0,7	98,5	-	-	-
38	Yémen	1	0,7	99,2	-	-	-
39	Zambie	1	0,7	100,0	-	-	-

DISCUSSION

Les études bibliométriques constituent un préalable à la planification des stratégies nationales d'appui à la recherche scientifique et de renforcement de la visibilité internationale de ses résultats en publications [12]. A travers un bilan descriptif répondant aux trois questions classiques (qui sont les auteurs productifs ?, dans quelles revues publient-ils ? et quelles sont leurs thématiques de recherche ?), un portrait de la publication scientifique nationale peut être ainsi élaboré, aidant les planificateurs à la mise au point d'une feuille de route de promotion de la recherche scientifique nationale, fondée sur les données statistiques de suivi et stimulant le dialogue participatif entre les acteurs de la chaîne de recherche: scientifiques, managers et politiciens.

Les deux avantages de ce travail bibliométrique sont les suivants: d'une part il a été conduit sur une longue période 25 années, ce qui a permis d'identifier les tendances évolutives, reflétant les dynamiques institutionnelles et organisationnelles dans le pays; d'autre part, il a été réalisé par une équipe ayant une expérience dans les études bibliométriques d'une manière indépendante et avec une méthodologie rigoureuse et transparente.

Cependant, cette recherche bibliométrique présente des limites méthodologiques liées à des considérations spécifiques au choix de la base de données Medline et aux habitudes de signature des publications mauritaniennes. Certes, la base des données bibliographique Medline est parmi les banques des données les plus prestigieuses au niveau international, spécialisée dans le domaine de la recherche biomédicale [13]. Elle est sélective préférentiellement à la littérature plutôt anglophone, jugée utile pour les lecteurs anglo-saxons [14]. Ainsi, les publications mauritaniennes rédigées dans les langues nationales (français, arabe) et publiées dans les revues non indexées dans la base Medline, n'ont pas été identifiées par notre requête documentaire. Une sous-estimation quantitative des publications scientifiques biomédicales nationales est possible, cependant la description qualitative du « case mix » de la publication mauritaniennne, serait peu modifiée et les caractéristiques bibliométriques seraient valides avec l'hypothèse que l'indexation dans la base Medline soit un garant de la qualité rédactionnelle (peer review, indépendance à l'égard des firmes pharmaceutiques,...), de l'expertise et de la régularité d'édition des revues. Cette sous estimation de l'occurrence de la littérature biomédicale mauritaniennne, serait compensée par la définition assez sensible de la

parenté d'une publication scientifique adoptée dans cette étude bibliométrique (citation d'une adresse mauritanienne dans les affiliations de tous les co-signataires de l'article, indépendamment de leur position).

En plus, l'authenticité des données dans les notices bibliographiques de la base Medline serait parfois difficilement confirmée. D'une part, les noms des auteurs mauritaniens avec des multiples préfixes, tels que Ould (fils de) et Bint (fille de), et des nombreuses composantes (autre que le prénom et le nom de famille dans la culture occidentale), n'ont pas facilité la transcription pour l'équipe des documentalistes de la base Medline, confondant souvent le préfixe, le nom, le prénom et le nom de famille des auteurs mauritaniens. D'autre part, les affiliations des auteurs ont été rédigées d'une manière aléatoire confondant l'appartenance universitaire avec les éventuelles unités de recherche et l'appartenance professionnelle avec la précision des services hospitaliers. La Direction des Ressources Humaines du Ministère de la Santé de la Mauritanie, a décidé la standardisation des affiliations des auteurs, des noms des auteurs et à la précision de leurs affiliations pendant les années précédentes de la publication (en plus de leur background scientifique).

Il ressort de cette étude pilote, conduite sur les publications scientifiques et biomédicales de la Mauritanie au cours de 25 dernières années, qu'elles étaient caractérisées par cinq éléments essentiels qui pourraient aider les responsables de la recherche nationale dans leur mission de valorisation des chercheurs, de renforcement des structures de recherche et de transfert des résultats de recherche pour un meilleur management des soins de la santé.

Croissance de la recherche mauritanienne

Après une activité « basique » de publication, aléatoire et exceptionnelle avant 2012, une accélération de nombres des papiers mauritaniens a été multipliée par cinq au cours du quinquennat 2012-2016, par rapport au quinquennat précédent, avec plus de régularité. Cette croissance des publications scientifiques biomédicales mauritaniennes serait le fruit d'une conjoncture favorable à la recherche et à la valorisation des résultats de recherche en Mauritanie au cours du dernier quinquennat, dont particulièrement :

- L'organisation des activités de recherche dans le pays par la création d'une direction de recherche au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et l'agrément par l'Université de Nouakchott, d'une vingtaine des unités de recherche.
- L'ouverture des postes de recrutement des enseignants à la Faculté de Médecine de Nouakchott et de promotion

de grade, exigeant une production scientifique minimale en papiers indexés.

· La mobilité des chercheurs nationaux avec leurs établissements de diplomation (essentiellement africains : Sénégal, Mali, Maroc, Tunisie, ..) et avec les partenaires de leurs services de soins et de recherche (essentiellement européens), favorisant les travaux multi centriques.

· L'accueil des équipes étrangères de soutien aux activités de soins et de recherche dans le pays, sur des thématiques spécifiques telles que les maladies transmissibles et les maladies émergentes.

· La mise en place des formations post universitaires diplômantes, de type masters, qui devraient exiger, pour leur validation, l'élaboration des projets de mémoires de recherche, sous format des manuscrits publiables dans des revues indexées.

Pertinence sociale de la recherche biomédicale mauritanienne

La pertinence sociale de la recherche scientifique est son centrage sur les besoins de la population desservie. Cette étude a documenté une concordance satisfaisante entre les thématiques de recherche biomédicale de la Mauritanie et sa charge globale de morbidité, caractérisée par les maladies transmissibles dont particulièrement le « paludisme » et le « VIH ». En plus, la médecine vétérinaire mauritanienne s'est orientée préférentiellement vers les spécificités nationales, en développant la recherche sur les « chameaux » et les « chèvres ». Un tel centrage sur les priorités nationales du pays dans les domaines de la santé humaine et animale, serait une conséquence logique d'une part des choix stratégiques des Ministères de Tutelles et d'autre part des domaines d'expertise des partenaires étrangers.

Cette orientation vers la valorisation de l'épidémiologie locale serait aussi appuyée par la politique des revues internationales qui auraient une affinité plus importante à la publication des travaux de recherche, menés sur des problématiques spécifiques aux pays en voie de développement, colligeant des grandes séries, d'une manière efficiente avec une expertise prouvée auprès des scientifiques autochtones.

Suite à la transition épidémiologique que la Mauritanie commence à subir, en conséquence du changement de style de vie de la population citadine, les travaux de recherche nationale, commencent à s'intéresser de la nouvelle morbidité secondaire à l'abondance alimentaire et à la sédentarité: l'épidémie des maladies chroniques et dégénératives: problèmes de santé cardiovasculaire et cancers.

Multiplicité des points focaux de recherche en Mauritanie

Cette étude bibliométrique a documenté l'existence de trois pôles d'excellence de publications biomédicales en Mauritanie, en dehors de la faculté des sciences de l'Université de Nouakchott : le « Centre Hospitalier National de Nouakchott », le « Centre National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires de Nouakchott » (actuellement nommé ONARDEL (Office National de Recherche et de Développement de l'Elevage) et l'« Institut National de Recherche en Santé Publique ». La majorité des Unités de Recherche sont dirigées par des biologistes de la Faculté de Sciences, expliquant l'abondance des publications biomédicales mauritaniennes.

Grand réseau de partenariat pour la recherche en Mauritanie

L'étude de la collaboration internationale des chercheurs mauritaniens a révélé la large zone de partenariat, s'étendant sur tous les continents de la planète, particulièrement avec l'Europe dont la France. Pour des considérations historiques et pédagogiques (le français est la langue officielle des études scientifiques supérieures en Mauritanie), il est attendu que la France soit le premier pays assurant le soutien aussi bien de la prestation de soins que de l'enseignement et la recherche en sciences de santé en Mauritanie. Paradoxalement, la collaboration de la recherche biomédicale mauritanienne avec les trois pays du Grand Maghreb a été marginale au cours de 25 dernières années, en conséquence de deux facteurs essentiels. D'une part, l'épidémiologie différentielle entre la Mauritanie et ses voisins qui ont démarré plus précocement leur transition épidémiologique et qui ont réussi plus à contrôler les flambées épidémiques des maladies transmissibles. D'autre part, le budget alloué à la recherche par les pays maghrébins voisins, serait limité qu'il ne suffisait pas au financement des projets trans-maghrébins englobant la Mauritanie [15].

Tendance de la recherche mauritanienne vers l'international

Deux indicateurs de la tendance de la recherche biomédicale mauritanienne vers l'international, ont été documentés: premièrement la préférence à la rédaction scientifique en anglais et deuxièmement le choix des revues étrangères dont certaines sont à facteur d'impact élevé.

Il est admis aujourd'hui que la langue anglaise est la langue de publication scientifique internationale à tel point

que des revues nationales éditées dans des capitales européennes ont changé leur politique éditoriale soit en donnant la priorité aux manuscrits rédigés en anglais, soit en décidant l'acceptation que des manuscrits en langue anglaise [1].

L'absence d'une revue médicale mauritanienne indexée dans la base Medline a poussé les chercheurs nationaux à s'orienter vers la publication dans des revues européennes, américaines, africaines. La revue médicale tunisienne (La Tunisie Médicale) indexée dans la base Medline a été positionnée en treizième place dans le palmarès des revues publiant le plus les résultats de la recherche biomédicale mauritanienne.

Ainsi, cette étude bibliométrique a documenté les forces du système national de recherche biomédicale en Mauritanie et ses opportunités. La présence d'un noyau des chercheurs nationaux en santé, exerçant dans des structures de recherche, ayant des traditions anciennes de collaboration avec des équipes, tous ces facteurs constituent une base pour le développement d'un plan national de promotion de la recherche en sciences de la santé. Ces forces internes devraient être catalysées par des nouvelles opportunités à créer dans le pays, pour motiver tous les professionnels et tous les établissements de santé à publier et pour valoriser les publications dans le plan des carrières des chercheurs et dans l'évaluation de la performance des structures. Parmi ces opportunités contextuelles, citons essentiellement les actions suivantes:

- Dispenser une formation à la recherche dans tous les établissements d'enseignement supérieur
- Valoriser les publications dans les dossiers académiques de recrutement et de promotion professionnelle dans les carrières universitaires
- Appuyer la revue nationale « Mauritanie Médicale » pour son indexation, dans toutes les bases bibliographiques dont Medline

Cette étude bibliométrique menée sur les publications biomédicales mauritaniennes au cours de 25 dernières années, a permis de dresser le portrait de la recherche scientifique de la Mauritanie dans le domaine de la santé. C'est une recherche pertinente, conduite par une équipe des chercheurs nationaux, exerçant dans des structures hospitalières et de santé publique, bénéficiant d'un réseau des collaborateurs étrangers et communiquée dans des revues essentiellement européennes et américaines. La consolidation de la collaboration maghrébine dans les domaines de la formation à la recherche, de la conduite d'une recherche multicentrique et de la valorisation des résultats de la recherche, en les communiquant dans les deux revues maghrébines indexées à ce jour, dans la base Medline (La Tunisie Médicale, Lybian Medical Journal) serait une stratégie indispensable à la mise à niveau de la recherche scientifique mauritanienne en sciences de la santé.

REFERENCES

1. Duracinsky M, Lalanne C, Rous L, Dara AF, Baudoin L, Pellet C, et al. Barriers to publishing in biomedical journals perceived by a sample of French researchers: results of the DIAzePAM study. *BMC Med Res Methodol.* 2017;17(1):96.
2. NIH. MEDLINE Fact Sheet 2017 [Disponible: <http://wayback.archive-it.org/org-350/20180312141554/https://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/medline.html>]
3. Bank W. DataBank | The World Bank 2017 [
4. Bezzaoucha A, Atif ML, Bouamra A, El Kebbouh A, Benzerga M, Ben Abdelaziz A, et al. Algerian medical teachers' research output and its determinants during the 2000-2009 decade. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 2014;62(1):33-40.
5. Ben Abdelaziz A, Abdelali M, Khmakhem A. Profil bibliométrique des publications médicales tunisiennes indexées dans «Medline» de 2000 à 2003. partie 3: Rayonnement international. *Tunis Med.* 2007;85(2):96-101.
6. Ben Abdelaziz A, Abdelali M, Khmakhem A, Ghannem H. Profil bibliométrique des publications médicales tunisiennes indexées dans «Medline» de 2000 à 2003 partie 2 : pertinence sociale. *Tunis Med.* 2007;85(1):9-14.
7. Ben Abdelaziz A, Abdelali M, Khmakhem A. Profil bibliométrique des publications médicales tunisiennes indexées dans Medline de 2000 à 2003 partie 1: productivité et cartographie. *Tunis Med.* 2006;84(12):794-9.
8. Mazboudi M, Ben Abdelaziz A. Medical research productivity of Lebanon: a bibliometric study of papers indexed in Medline, 1985-2004. *Tunis Med.* 2010;88(8):579-85.
9. Rohra DK, Rohra VK, Cahusac P. Institute for Scientific Information-indexed biomedical journals of Saudi Arabia. Their performance from 2007-2014. *Saudi Med J.* 2016;37(11):1251-7.
10. Ministère de la santé. Processus d'élaboration du plan national de développement sanitaire (2012-2020) :Rapport d'analyse de situation du secteur de la santé en Mauritanie [REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE; 2011 p. 143. Disponible:
11. pubmeddev. Home - PubMed - NCBI [Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>]
12. Frist WH. Federal funding for biomedical research: commitment and benefits. *Jama.* 2002;287(13):1722-4.
13. Delgado Lopez-Cozar E, Ruiz-Perez R, Jimenez-Contreras E. [Medline criteria for scientific journals selection. Methodology and indicators. Application to Spanish medical journals paying special attention to public health]. *Rev Esp Salud Publica.* 2006;80(5):521-51.
14. Montgomery S. Of towers, walls, and fields: perspectives on language in science. *Science.* 2004;303(5662):1333-5.
15. Sciences et pays en développement: Afrique subsaharienne francophone. Les Ulis: EDP sciences; 2006.