

CHAPITRE 6

L'enquête électronique comme contribution à l'évaluation des systèmes nationaux de recherche : le cas des laboratoires de recherche au Maroc

ANNE-MARIE GAILLARD ET JACQUES GAILLARD

Introduction

D'abord quelques mots sur le contexte : cette enquête questionnaire sur les laboratoires de recherche marocains s'est inscrite dans le cadre d'un programme d'évaluation du système de recherche scientifique et technique du Maroc¹ engagé par le ministère délégué à la Recherche scientifique en 2002 et 2003, avec le soutien de la Commission européenne. L'enquête, réalisée entre janvier et mars 2003, a principalement porté sur les financements, les coopérations, l'état et la maintenance des équipements de recherche, la production scientifique et technique ainsi que sur les problèmes d'ordre administratif et technique auxquels les laboratoires ont à faire face. Elle a également cherché à mettre en lumière les questions relatives aux personnels œuvrant dans la recherche : leur nombre, âge et formation, les principaux types d'activités dans lesquels ils sont impliqués et les différentes formes de valorisation des résultats de recherches.

Bien que les résultats de l'enquête soient présentés synthétiquement, cet article portera surtout sur la méthode d'investigation elle-même. La raison de ce choix tient dans le fait qu'une enquête électronique pour être souple et séduisante n'en demeure pas moins un outil précaire utilisé dans un contexte volatile (celui des adresses électroniques) et dont les résultats risquent d'être entachés d'un manque de représentativité, principalement lorsque la population à qui elle s'adresse est peu ou mal connue. Cet article attire donc l'attention sur les étapes préalables qui ont été nécessaires à l'obtention de résultats fiables.

1. Le présent texte, et plusieurs autres de ce livre, résume les résultats intégraux, auxquels on peut se référer. Ils ont été publiés par le ministère marocain de la Recherche, sous le titre : *Atelier national sur l'évaluation du système de la recherche scientifique dans les domaines des sciences exactes, sciences de la vie et sciences de l'ingénieur, Rabat, 26-27 mai 2003, rapport d'évaluation*, 3 volumes. Le volume 2 (« Rapports d'évaluation », 554 p.) est le plus riche. Nous y renvoyons à plusieurs reprises sous l'intitulé « Atelier 2... », *op. cit.*

1. Comment joindre la population concernée par l'enquête ?

Le premier des deux principaux défis posés par ce type d'enquête consiste à joindre la population ciblée. Il faut en effet soit disposer d'une base de données des adresses électroniques que l'on sait récente et relativement fiable (les adresses électroniques pouvant être très éphémères), soit en constituer une. Dans ce cas, se pose le problème de la légitimité. Sur quelle base obtenir ces adresses et comment ? Se pose ensuite le problème de la confidentialité, les personnes enquêtées devant faire confiance à l'enquêteur et être assurées qu'aucun mauvais usage ne sera fait des informations fournies. Le deuxième défi (pour autant que l'on puisse avoir dépassé le premier) consiste à évaluer l'échantillon des adresses dont on dispose au regard de l'ensemble de la population que l'on cherche à étudier. Quel est le pourcentage des individus de la population que l'on peut joindre par courrier électronique et quelle est la représentativité de ceux qui répondent ? L'absence de moyens d'évaluation de ces échantillons hypothèque gravement la fiabilité des résultats de l'enquête.

Concernant les laboratoires marocains, il n'existait pas, préalablement à l'enquête, de base de données fiable et récente permettant un envoi des questionnaires à l'ensemble de la population ciblée ou à un échantillon représentatif. Il s'avérait donc indispensable de faire précéder l'enquête d'une investigation sur l'ensemble du pays afin de tenter de repérer la totalité des laboratoires, d'en connaître leurs chefs et d'identifier leur adresse électronique. Le Ministère délégué à la recherche scientifique², premier commanditaire de l'évaluation, s'est d'abord attelé à cette tâche. La demande est apparue légitime pour la majeure partie de la population enquêtée³. Cette pré enquête a donc consisté en l'envoi d'un formulaire par courrier postal à tous les grands départements scientifiques (hormis sciences humaines) des universités, des instituts de recherche et des écoles supérieures. Ce questionnaire comportait un nombre réduit de champs : nom du labo, institution d'appartenance, établissement – ou département universitaire –, ville, nom du responsable, son adresse électronique, le ou les domaines scientifiques concernés, les numéros de téléphone et de fax du laboratoire. Les 610 réponses obtenues par le ministère à ce questionnaire ont été rassemblées en une base de données mise à la disposition des chercheurs en charge de l'enquête.

Concomitamment à cette collection d'informations, la première phase de l'évaluation qualitative⁴ permettait, grâce au passage des experts scientifiques sur le terrain et par des requêtes individuelles envoyées directement auprès

2. Précédé par le Secrétariat d'État à la Recherche du Maroc, le ministère délégué à la Recherche scientifique a été créé suite aux élections organisées au mois de novembre 2002. C'est sous cette appellation que nous le désignons ici.

3. Toutefois certains laboratoires ou institutions dépendant d'un ministère autre que celui diligentant l'enquête ont parfois hésité, voire refusé de répondre, voyant dans cette demande un empiétement sur les prérogatives de leur tutelle.

des responsables scientifiques des grandes institutions de recherche marocaines⁵ de compléter et d'approfondir les informations rassemblées par le ministère. Cela a mené à l'identification de 778 laboratoires et a permis la constitution d'une base de données intitulée « Laboratoires identifiés » contenant l'ensemble des champs énumérés précédemment. Cette nouvelle base a non seulement rendu possible l'envoi du questionnaire à tous les laboratoires dotés d'une adresse électronique (659)⁶ mais a été précieuse au moment de l'exploitation des données pour déterminer la représentativité des réponses (par une mise en perspective des résultats obtenus)⁷.

2. Approche méthodologique

2.1. La réalisation du questionnaire

La préparation, et la réalisation de cette enquête questionnaire ont été grandement facilitées par deux études préalables sur la recherche scientifique au Maroc⁸ : une première étude sur l'histoire, le développement et l'institutionnalisation de la recherche scientifique au Maroc⁹ et une seconde, de nature bibliométrique, portant sur la production scientifique marocaine qui met en perspective les dynamismes institutionnels et les grands domaines de production¹⁰. L'interprétation et la mise en contexte des résultats obtenus ont également été facilités par la disponibilité des rapports des experts européens ayant effectué les premières missions entre septembre et décembre 2002¹¹. Enfin, la mise au point et la finalisation du questionnaire doivent également beaucoup aux entretiens menés auprès des chercheurs marocains au cours de visites effectuées dans des laboratoires (à Rabat, Marrakech et Agadir en septembre

4. Visite de laboratoires par des experts européens. Voir plus haut, chapitre « La Méthode », et *Atelier 2, op.cit.*

5. Les requêtes ont été formulées auprès des doyens des facultés des sciences, des facultés des sciences et des techniques, des facultés de médecine, des directeurs de grands établissements d'éducation supérieure, et d'instituts de recherche principalement.

6. Il n'est pas invraisemblable de penser que l'on aurait pu joindre une partie, sinon tous les 119 chefs de laboratoires pour lesquels aucune adresse électronique n'a été fournie, toutefois ces derniers n'ont probablement pas jugé bon de donner leur adresse personnelle (contrairement à beaucoup d'autres).

7. C'est à cette base que l'on se réfère chaque fois que le concept « laboratoires identifiés » est utilisé dans le texte, les tableaux ou les graphiques.

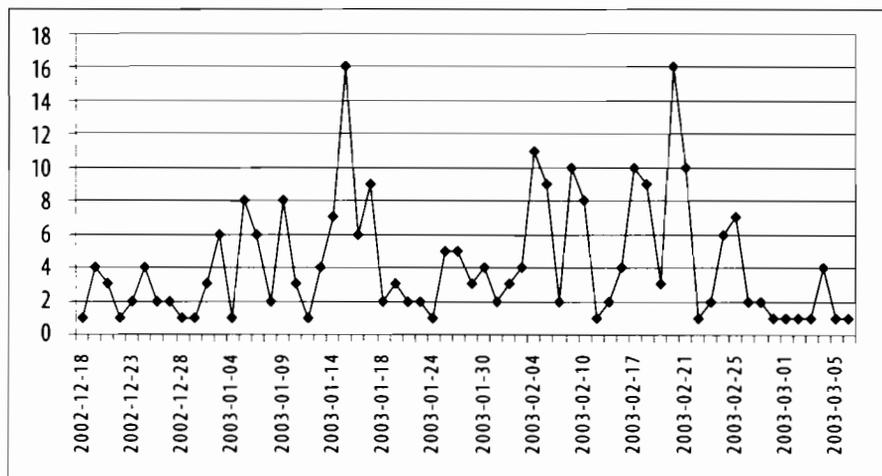
8. Ces deux études font partie intégrante de l'évaluation du Système de recherche scientifique et technique au Maroc.

9. M. Kleiche Dray, chapitres précédents, et *Atelier 2, op. cit.*

10. R. Waast et P.L. Rossi, chapitres précédents, et *Atelier 2, op. cit.*

11. Huit rapports finaux ou partiels d'experts étaient disponibles au moment de l'exploitation des résultats de recherche. Ces rapports traitaient des domaines des mathématiques, sciences et techniques de l'information et de la communication, physique, sciences de la mer, agriculture et forêts, chimie, chimie des substances naturelles, médecine.

FIGURE 1
Chronologie de réception des questionnaires



2002), à la suite desquelles plusieurs scientifiques se sont portés volontaires pour tester le questionnaire. Cette dernière étape de validation nous a permis de finaliser le questionnaire et de vérifier que le temps nécessaire pour le remplir n'était pas rédhibitoire¹².

2.2. Le questionnaire électronique et sa gestion

L'enquête a ensuite été envoyée en tant que « document attaché » à l'ensemble des responsables des laboratoires disposant d'une adresse électronique, accompagnée d'une lettre expliquant très précisément le contexte de la demande (l'évaluation du système scientifique et technique du Maroc engagée par les autorités marocaines avec le soutien de l'Union européenne) et le but recherché (élaboration d'un rapport quantitatif devant être présenté dans un atelier de restitution au printemps 2003 au Maroc). Cette lettre garantissait le traitement anonyme des données et fixait une échéance pour le retour du questionnaire.

Le questionnaire a été conçu pour qu'il y soit répondu directement sur écran, en cochant des cases ou en choisissant des options entre différentes propositions contenues dans des menus déroulants.

Il a été envoyé une première fois le 17 décembre 2002, puis **4 relances successives** ont été effectuées entre 10 et 15 jours d'intervalle du 15 janvier au 21 février 2003. Le dernier questionnaire a été réceptionné le 6 mars 2003. La figure 1

12. Selon les premiers tests effectués, entre 30 et 40 minutes étaient nécessaires pour remplir le questionnaire. Ce temps était vraisemblablement sous-estimé et plusieurs responsables de labos nous ont fait savoir par la suite qu'il leur avait fallu plus d'une heure pour répondre sérieusement à l'ensemble des questions posées.

montre que les relances ont été nécessaires pour obtenir un bon taux de retour. En effet, le jour de la première relance, 37 % seulement des réponses avaient été reçues. Les deux dernières relances ont permis de récupérer presque autant de questionnaires (48 %) que les trois premiers envois additionnés (51 %) ¹³.

La gestion des réceptions a été plus difficile que prévue et a exigé un *travail de suivi au jour le jour*. Cela, principalement pour les raisons suivantes :

Les retours de messages revenant « non remis au destinataire » se sont avérés être relativement nombreux dès le premier envoi (plus d'une centaine de messages). Cela a nécessité une mobilisation de l'ensemble des ressources disponibles (principalement auprès des chercheurs marocains déjà identifiés dans chaque institution) afin de dépister les erreurs d'adresses, les changements d'adresses, trouver des moyens pour informer certains responsables dont les boîtes à lettre (des adresses personnelles) étaient pleines... Malgré ces efforts, **74 labos n'ont jamais pu être joints à l'adresse électronique indiquée**. À ce sujet, il est important de noter qu'environ un tiers des responsables de laboratoires utilisaient des adresses électroniques personnelles (ex. yahoo, hotmail et carmail) souvent même à l'étranger (@yahoo.fr par exemple) plutôt que des adresses institutionnelles. Enfin, de nombreux chefs de labos changent (comme tout un chacun) plus ou moins souvent d'adresse électronique personnelle (en fonction des offres du marché) rendant, de facto, les bases de données inopérantes pour les joindre par courrier électronique ¹⁴ puisque ces dernières ne sont pas remises à jour, faute d'un suivi régulier.

1. Un nombre non négligeable de questionnaires remplis nous sont revenus sans qu'il ne soit possible d'identifier leur expéditeur ou le laboratoire pour lequel ce dernier répondait. À savoir, le questionnaire nous parvenait d'une adresse (fictive ici) telle que `cdpc@hotmail.com`, le champ « nom de votre laboratoire » indiquait par exemple « Laboratoire de physique appliquée » et le champ « nom de votre institution » mentionnait « Faculté des sciences ». Partant, il était difficile de savoir comment traiter ce questionnaire : s'agissait-il d'un nouveau laboratoire ou d'un doublon ? Chaque cas a donc dû être élucidé. Pour certains il s'agissait effectivement de laboratoires qui n'avaient pas été identifiés par l'enquête préliminaire ; pour d'autres, il s'agissait d'un chef de laboratoire connu qui réexpédiait le questionnaire rempli à partir de son adresse personnelle (voulant garder l'anonymat ?) ; quelquefois il s'est aussi agi de doublons (deux personnes se considérant comme « chefs de laboratoire » et répondant conjointement

13. Ce qui ne correspond pas aux profils connus de réponses des enquêtes postales où les réponses diminuent progressivement avec le nombre de relances.

14. Cela s'est vérifié à nouveau au moment de la restitution du rapport d'enquête où il s'est avéré que plus d'une centaine des adresses utilisées efficacement pour l'envoi du questionnaire n'existaient plus.

au même questionnaire ; ou encore d'un chef de laboratoire, répondant par mesure de précaution à la fois à partir de son adresse personnelle et à partir de son adresse professionnelle). Dans tous les cas, nous avons donc repris contact (par la fonction « réponse » du courrier électronique) et avons dû convaincre, le cas échéant, de la nécessité méthodologique dans laquelle nous étions d'identifier le laboratoire tout en promettant une totale garantie de l'anonymat. Ayant affaire à une population scientifique, ces arguments ont toujours été bien entendus et nous avons pu, finalement, avoir une totale maîtrise de l'identification institutionnelle des laboratoires ayant répondu. L'utilisation d'un numéro verrouillé sur chaque questionnaire envoyé, correspondant à la numérotation attribuée aux laboratoires de la base « laboratoires identifiés » aurait résolu ce problème (bien que compliquant l'envoi du questionnaire qui aurait alors dû s'opérer de façon individuelle et non plus collective).

2. L'enquête a bénéficié d'un effet « boule-de-neige » qui a entraîné un certain nombre de réponses émanant de laboratoires qui n'avaient pas été, initialement, destinataires du questionnaire. Cet effet est cependant resté marginal.
3. Certains problèmes d'ordre technique ont également perturbé le remplissage des questionnaires et la transmission des données. L'adoption d'un format « formulaire » sur un logiciel de traitement de textes Microsoft avec un grand nombre de menus déroulants et de choix prédéterminés a entraîné des phénomènes d'incompatibilité avec certains logiciels de traitements de texte. Ces difficultés ont été à l'origine d'un bon nombre d'échanges avec les responsables de laboratoires marocains. Souvent des méthodes de contournement ont été trouvées ; il a fallu toutefois, une dizaine de fois, re-saisir les questionnaires renvoyés. L'option « questionnaire en ligne » aurait pu être une solution efficace, si ce n'est qu'elle aurait contraint les chefs de laboratoires à rester en ligne pendant le « remplissage » du questionnaire, pénalisant ainsi ceux qui ont répondu (un tiers) à partir d'une adresse personnelle (or le remplissage du questionnaire demandait entre 60 et 90 minutes).

Quelles qu'aient été ces difficultés, il est apparu cependant que ce mode d'enquête présentait de nombreux avantages liés à la multiplicité et à la rapidité des échanges possibles : échanges qui permettent un ajustement très fin des réponses données. Cela a ainsi permis de vérifier des informations pour certaines questions parfois mal comprises. Ce fut le cas, par exemple, des questions se rapportant aux budgets des laboratoires où le questionnaire demandait des réponses exprimées en milliers de Dirhams (kDH). Cette demande était, à l'évidence, mal formulée car les laboratoires marocains n'ont qu'exceptionnellement des budgets (hors salaires et primes) qui nécessitent de s'exprimer en kDH. Partant, nombreux sont les responsables de laboratoires qui ont répondu en unités de monnaie (Dh), ce qui, interprété en milliers de Dirhams aurait donné des budgets parfois exorbitants.

Dans tous ces cas, le courrier électronique a donc permis de contrôler rapidement et facilement les informations chaque fois que cela paraissait nécessaire. Il faut savoir cependant que si cette gestion paraît simple, elle ne peut se faire sans un suivi au jour le jour et qu'elle a nécessité, pour l'enquête présente, l'envoi de plus d'un millier de messages électroniques (en plus des envois et des relances de masse).

2.3. La construction de la base de données issue des réponses au questionnaire

Pour importer les informations contenues dans les questionnaires dans une base de données, il a fallu programmer un logiciel d'interface permettant de transposer directement les réponses données aux questionnaires sur un tableur « Excel » (afin de les importer ultérieurement sur une base de traitement de données « Access »).

Il s'agit d'un logiciel (programmé en langage C) basé sur la reconnaissance des chaînes de caractères d'un document Word formaté (le questionnaire) permettant d'introduire sur un tableur Excel une partie déterminée du texte d'origine (à savoir les informations contenues dans les zones de réponse du questionnaire). Une fois une chaîne reconnue (la chaîne correspond à une question du questionnaire), le logiciel permet au tableur Excel d'inscrire la réponse donnée dans la zone du tableur (une colonne) qui lui est attribuée. Pour que le logiciel fonctionne il est préalablement nécessaire de convertir les documents Word (les questionnaires) en format « texte avec retour à la ligne » pour que le logiciel puisse les parcourir et affecter les « réponses » dans les bonnes colonnes du tableur.

Une fois tous les questionnaires parcourus par le logiciel, le fichier Excel obtenu a dû être préalablement nettoyé avant d'être importé sur la base de traitement de données « Access ». La principale difficulté a été de recalculer les réponses provenant de questionnaires dont le verrouillage avait disparu et qui, partant, avaient subi de légères modifications¹⁵.

3. Représentativité de l'enquête

Il faut d'abord rappeler que les laboratoires identifiés n'ont pas tous été contactés. Seulement 659 adresses électroniques ont pu être repérées parmi les 778 laboratoires identifiés et celles-ci n'ont été efficaces que dans 585 cas (74 messages n'ayant jamais atteint leur destinataire). Partant, 585 chefs de laboratoires ont été finalement sollicités par notre enquête questionnaire. Il faut ensuite introduire une distinction entre le nombre de questionnaires reçus et le nombre de laboratoires ayant participé à l'enquête. En effet si 150 responsables de laboratoires ont répondu pour un seul laboratoire, 113 ont répondu

15. Cet incident aurait pu être évité si nous avions accompagné le verrouillage des questionnaires d'un code d'accès. C'est un « oubli » qui a été coûteux en temps...

TABLEAU 1
Nombre de questionnaires reçus et nombre de laboratoires ayant participé à l'enquête

	Nombre de questionnaires	Nombre de laboratoires ayant participé à l'enquête
Un labo par questionnaire	150	150
Plusieurs labos par questionnaire	113	346
Total	263	496

pour plusieurs laboratoires. Ainsi, les 263 réponses reçues concernent un ensemble de 496 laboratoires (voir tableau 1). Les taux de réponse au questionnaire (64 % par rapport aux laboratoires identifiés et 85 % par rapport aux laboratoires sollicités) étaient donc, *a priori*, plus que satisfaisants.

Toutefois, rien ne permettait d'affirmer que les réponses étaient d'une façon ou d'une autre représentatives de l'ensemble de la communauté. Le choix de la méthode (pas d'échantillon représentatif possible) et le contexte de l'enquête (celle-ci étant l'un des volets de l'évaluation du système de recherche national) risquaient d'entraîner des biais non maîtrisables pour l'interprétation des résultats. Le taux de réponse de certains des domaines risquait d'être influencé par le fait qu'ils avaient déjà fait l'objet d'une évaluation par les experts européens ayant circulé pendant l'automne 2002. Toutefois, cela pouvait jouer dans deux sens : soit inciter à répondre davantage (car les labos étaient mobilisés) soit, au contraire, limiter les participations (par un phénomène d'usure). Il était également vraisemblable que la représentativité des institutions soit dépendante de la façon dont les responsables institutionnels s'étaient eux-mêmes engagés dans cette évaluation¹⁶. C'est dans ce contexte que la première base de données constituée pour l'identification des laboratoires et nommée « laboratoires identifiés », intégrant 778 laboratoires repérés, s'est avérée précieuse. Elle constituait une « population de référence » et permettait de déterminer partiellement la représentativité de l'échantillon ayant répondu à l'enquête.

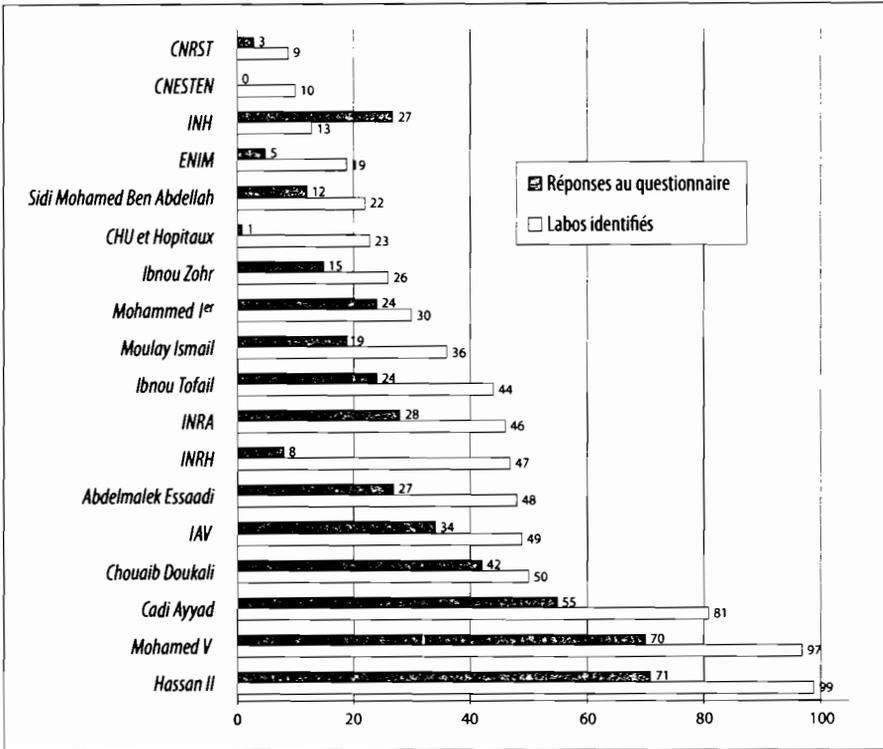
3.1. Représentation institutionnelle des réponses

À quelques exceptions près, les grandes institutions marocaines productrices de science sont bien représentées dans l'enquête¹⁷. Il convient toutefois de relativiser la très faible proportion des laboratoires hospitaliers car il apparaît, après vérification, que leurs réponses ont le plus souvent transité par les facultés

16. Certains recteurs de grands établissements universitaires n'ont, par exemple, jamais donné suite à nos demandes d'identification des laboratoires ni fourni les adresses électroniques des chefs de laboratoires.

17. À l'exception de la Faculté des Sciences et des Techniques de l'Université Hassan 1^{er} de Settat et de la Faculté des Sciences de l'Université Sidi Mohammed Ben Abdellah de Fès.

FIGURE 2
Laboratoires identifiés et réponses au questionnaire par institution



de médecine (et non pas par les établissements hospitaliers). Elles apparaissent donc (sans être identifiées dans cette figure) parmi les réponses des institutions universitaires. Cela est confirmé par la figure 3 où l'on voit que le domaine de la recherche pharmaceutique, médicale et biologique est le domaine le mieux représenté en nombre de laboratoires (et le deuxième en nombre de réponses) dans l'enquête.

Si l'on regroupe ces institutions en trois grandes catégories : institutions universitaires, instituts publics de recherche et autres établissements (principalement les écoles supérieures, dépendantes ou non des universités), il est intéressant d'observer qu'il existe une quasi-similitude entre l'échantillon des laboratoires enquêtés et la population de référence « laboratoires identifiés » (tableau 2).

3.2. Représentation par domaines scientifiques

Classer les laboratoires par domaines scientifiques prédéterminés relève souvent d'une gageure, et les responsables de laboratoires enquêtés ont d'ailleurs, la plupart du temps, contourné cette difficulté en donnant une réponse multiple à cette question du questionnaire. En effet, alors que la fron-

TABLEAU 2
Représentativité institutionnelle des laboratoires enquêtés

	Établissements universitaires	Instituts publics	Autres établissements	Total
Labos identifiés	71 %	20 %	9 %	100 %
Labos enquêtés	73 %	18 %	9 %	100 %

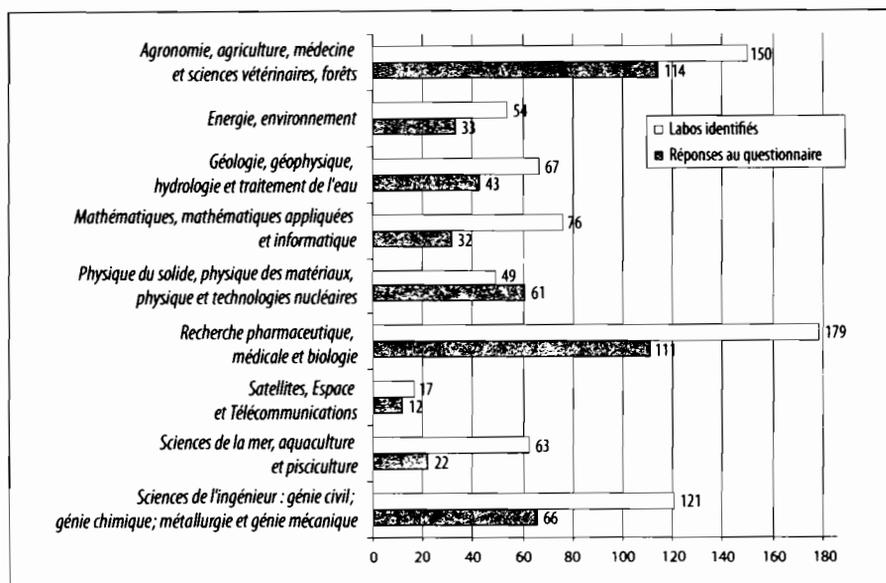
tière entre de nombreuses disciplines est de plus en plus poreuse, les applications scientifiques peuvent amener à classer un laboratoire dans un domaine beaucoup plus généraliste (par exemple en agronomie alors qu'il s'agit de recherches en sciences biologiques, ou en sciences de l'ingénieur alors qu'il s'agit de recherche en physique, chimie ou mathématiques...).

La classification des domaines scientifiques de cette enquête suit celle choisie conjointement par les autorités marocaines et par la Commission européenne. Les laboratoires universitaires sont classés en fonction de leur faculté et de leur département d'appartenance et les laboratoires dépendant des instituts publics de recherche ont été classés en fonction de la mission de ces instituts. Cette classification arbitraire, adoptée dès la constitution de la première base de donnée (celle des « laboratoires identifiés ») permet la mise en perspective de l'échantillon au regard des domaines scientifiques (fig. 3).

Dans sept domaines sur neuf, la représentativité des laboratoires ayant participé à l'enquête se situe au-delà des 50 %. Toutefois, les écarts entre les domaines sont importants se situant entre 35 % pour les « sciences de la mer, aquaculture et pisciculture » et 76 % pour l'« agronomie, agriculture, médecine et sciences vétérinaires ». On retrouve là un report des différences déjà observées dans la figure 2 où il apparaît que certaines institutions ont très bien répondu à l'enquête (IAV et INRA avec respectivement 69 et 60 %) et d'autres très peu (INRH avec 17 %). La participation des laboratoires universitaires contribue toutefois à compenser partiellement les disparités de participation de ces institutions.

Le résultat obtenu par le domaine de la « physique du solide, physique des matériaux, physique et technologies nucléaires » s'explique par le fait que les laboratoires, équipes, ou groupes de recherches qui ont répondu à l'enquête n'avaient pas tous été identifiés antérieurement à l'envoi du questionnaire (ce qui était le cas pour l'ensemble des domaines, la base de données initiale « laboratoires identifiés » s'étant complétée au fur et à mesure du travail), mais c'est le seul domaine pour lequel il y a eu plus de réponses que de laboratoires sollicités au début de l'enquête. Dans ce domaine scientifique, une grande majorité des laboratoires identifiés ont pu être joints (81 %) et ils ont répondu au questionnaire de façon collective avec une moyenne de 2,2 laboratoires par réponse.

FIGURE 3
Laboratoires identifiés et réponses au questionnaire par domaine scientifique



Les observations faites sur la figure précédente se confirment (tableau 3) par la mise en perspective des différents domaines au sein du groupe de référence et de l'échantillon enquêté. Sept des neuf domaines sont représentés de façons relativement proches dans les deux groupes, sauf pour les sciences maritimes qui sont moitié moins présentes dans l'échantillon et les sciences physiques qui le sont moitié plus. Malgré ces différences qui touchent des domaines de recherche relativement minoritaires (en pourcentage de l'ensemble), l'image générale donnée par ce tableau révèle un assez bon respect des masses respectives au sein des deux groupes examinés.

Il est donc possible d'affirmer, au terme de cet examen de la représentativité de l'échantillon, que cette dernière est bonne, parfois excellente, et que les biais repérés ont permis de relativiser certains résultats obtenus.

4. Les laboratoires : une réalité polymorphe

Un autre défi de cette enquête était de partir d'un matériau appelé « laboratoire marocain » alors que la nature même de cette entité était inconnue. En fait cette question se pose chaque fois qu'il s'agit de mener une étude ou un travail d'enquête sur les laboratoires. Tout à la fois lieu de production scientifique, d'encadrement et de publication, le laboratoire peut revêtir des formes très variées et recouvrir des réalités très diverses. Cette question a émergé dans le cadre de cette étude, d'abord lors de l'examen de la base de données des laboratoires constituée par le ministère délégué à la Recherche scientifique du

TABEAU 3
Représentativité par domaine des laboratoires enquêtés

Domaines	Laboratoires identifiés	Laboratoires enquêtés
Sciences de l'ingénieur : génie civil ; génie chimique ; métallurgie et génie mécanique	15,6 %	13,3 %
Sciences de la mer, aquaculture et pisciculture	8 %	4,4 %
Satellites, Espace et Télécommunications	2,3 %	2,4 %
Recherche pharmaceutique, médicale et biologie	23 %	22,3 %
Physique du solide, physique des matériaux, physique et technologies nucléaires	6,5 %	12,3 %
Mathématiques, mathématiques appliquées et informatique	9,7 %	6,4 %
Géologie, géophysique, hydrologie et traitement de l'eau	8,6 %	8,6 %
Énergie, environnement	7,1 %	7 %
Agronomie, agriculture, médecine et sciences vétérinaires, forêts	19,2 %	23,3 %
Total	100 %	100 %

Maroc. Cette base présentait, en effet, un nombre relativement important de laboratoires qui, sous l'autorité d'un même responsable, ne comptaient parfois qu'un très petit nombre de personnels scientifiques (quelques autres enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens ou parfois seulement des étudiants). Ainsi, un professeur de l'Enseignement supérieur (PES) pouvait-il être le chef de 4 ou 5 laboratoires ne comportant parfois pas plus de deux personnes (PES lui-même, compris). S'agissait-il tout simplement d'équipes de recherche au sein d'un même laboratoire ou même de thèmes de recherche spécifiques au sein de programmes donnés (l'association enseignant/doctorant autour d'un sujet de thèse pouvant même être considérée comme un laboratoire) ?

Il nous a paru dès lors important, avant de présenter les résultats issus du dépouillement de l'enquête, de chercher à les mettre en perspective d'abord au regard de ce que pouvaient être les laboratoires dans d'autres pays (certains pays européens)¹⁸. Nous avons pu voir ainsi qu'il n'existait pas de profil moyen « type » ou « idéal » pour la taille ou le financement des laboratoires en Europe. Plusieurs évaluations récentes d'institutions de recherche françaises¹⁹ suggèrent que, si les grands laboratoires présentent l'avantage de bénéficier de

18. Gaillard et Gaillard, in *Atelier 2*, *op. cit.*

19. CNER, *De nouveaux espaces pour l'évaluation de la recherche*, 1997, Paris : La Documentation française. Les citations suivantes sont extraites de cet ouvrage (p. 281).

moyens plus importants, il leur est plus difficile à terme de garder une cohésion entre des thématiques dont les évolutions ne sont pas toujours convergentes : « la trop grande taille de certaines unités, obtenues par développement endogène ou rassemblement d'unités, est susceptible de nuire à la cohérence, donc à l'efficacité des recherches ». *A contrario*, « la recherche sur objectifs menée au sein d'unités *ad hoc* de petite taille n'est pas nécessairement contraignante, pas plus qu'elle n'est un obstacle à l'innovation ».

Pour ce qui est des financements, les modalités s'avèrent également très contrastées. En France, le financement public à long terme provenant de l'institution est de loin le plus important suivi d'autres fonds nationaux : appels d'offre compétitifs et fondations. En Espagne et en Allemagne, les financements dépendent, à des degrés différents, d'abord des appels d'offre nationaux, puis d'une participation réduite de l'institution (avec en Espagne des fonds régionaux relativement importants). Au Royaume-Uni, ce sont les financements provenant des fondations qui occupent un rôle central suivis des fonds de l'institution. En Italie et en Suède, les budgets dépendent d'abord des appels d'offre compétitifs (comme en Espagne et en Allemagne) mais les financements des fondations sont très importants voire supérieurs à ceux de l'institution en Italie²⁰.

5. Les laboratoires marocains vus par l'enquête : principaux résultats

Cette section présente synthétiquement les résultats obtenus par l'enquête.

5.1. La taille des laboratoires

L'enquête apporte un premier éclairage sur la taille des laboratoires de recherche marocains. L'image donnée corrobore la perception des experts européens qui, après avoir reconnu qu'il existe un flou sémantique autour des appellations données aux collectifs de recherche marocains (laboratoires, groupes, équipes, unités de recherche, etc.), s'accordent sur le fait que ces collectifs ou laboratoires sont le plus souvent de petites unités peu coordonnées entre elles et sans véritable existence formelle. Le mode de réponse au questionnaire (individuel ou collectif) contribue à renforcer l'impression de flou sémantique évoqué plus haut. L'ensemble des 496 laboratoires enquêtés regroupe un total de 2 487 personnes salariées dont 2 079 scientifiques. À ces derniers, il faut ajouter les 1 262 étudiants de troisième cycle. Rapportés à une moyenne par laboratoire, ces chiffres donnent l'image de petites unités de recherche, composées de 5 personnes salariées, dont un peu moins de 4 enseignants-chercheurs ou chercheurs plein-temps et un peu plus d'une personne ITA. Il faut ajouter 2,5 étudiants de troisième cycle soit au total, un peu plus

20. Larédo *et al.*, « A report of the PSR project of the EU TSER programme », 1999, Paris : CSI.

TABEAU 4
Répartition par domaines scientifiques du nombre moyen de personnel scientifique (PS) par laboratoire

Domaines scientifiques	Personnel scientifique par laboratoire	Étudiants de 3 ^e cycle par laboratoire	Total personnel scientifique
Agronomie, agriculture, médecine et sciences vétérinaires, forêts	3,1	1,8	4,9
Énergie, environnement	4,3	3,5	7,8
Géologie, géophysique, hydrologie et traitement de l'eau	4,3	2,8	7,8
Mathématiques, mathématiques appliquées et informatique	7,1	4,9	12,0
Physique du solide, physique des matériaux, physique et technologies nucléaires	12,9	3	15,9
Recherche pharmaceutique, médicale et biologie	3,6	1,7	5,3
Satellites, Espace et Télécommunications	7,9	4,4	12,3
Sciences de la mer, aquaculture et pisciculture	3,4	2,1	5,5
Sciences de l'ingénieur : génie civil ; génie chimique ; métallurgie et génie mécanique	5,0	2,6	7,6

de 7 personnes par laboratoire. Cette moyenne cache cependant de nombreuses disparités. On s'est attaché à caractériser les variations de taille en fonction des domaines scientifiques (tableau 4).

5.2. Les personnels des laboratoires

Les laboratoires marocains se trouvent très majoritairement dans les universités. En conséquence le personnel de ces laboratoires est dominé par la catégorie des professeurs de l'enseignement supérieur et des enseignants chercheurs. Les chercheurs plein-temps et les ingénieurs de recherche représentent respectivement 8 % et 6 % de l'ensemble des personnels de laboratoire et sont surtout présents au sein des instituts de recherche. Les personnels techniques, techniciens et agents de laboratoire ne représentent que 13 % de l'ensemble. Ils sont très inégalement répartis et ne constituent que 5 % du personnel des laboratoires universitaires. Le personnel administratif est encore moins nombreux (3 % de l'échantillon). L'ensemble des personnels scientifiques est relativement jeune (85 % ont entre 30 et 50 ans), majoritairement masculin (72 %) et très hautement diplômé (51 % ont un doctorat d'État). Leurs diplômes ont été très massivement obtenus au Maroc et en France.

TABLEAU 5
Diplôme le plus élevé des personnels scientifiques par type d'institutions

Institutions	Licence, BSc	Maîtrise, Ingénieur, MSc	DESS, DESA/DEA	Doctorat 3 ^e cycle, docteur ingénieur	PhD, thèse de doctorat	Doctorat d'État
Instituts de recherche	3 %	35 %	17 %	17 %	17 %	11 %
Universités	–	1 %	4 %	18 %	18 %	58 %
Établissements d'éducation supérieure	–	3 %	18 %	13 %	24 %	42 %
Total	–	6 %	7 %	17 %	19 %	51 %

La présence relativement importante d'étudiants de troisième cycle (32 % des personnels de recherche de l'échantillon dans les laboratoires universitaires) est remarquable (tableau 6). Alors que les bourses d'étude se sont considérablement réduites, disparaissant totalement de certains établissements, il est curieux de constater un tel engagement de la part des étudiants. Comme dans de nombreux autres pays, les débouchés dans le monde académique sont devenus rares au Maroc (un peu plus de 10 % ont été embauchés par l'institution qui les a formés au terme de leurs études) et le chômage des diplômés est un problème très largement reconnu dans le pays. Il est évident qu'il existe là un très important réservoir de compétences qui se sont formées et sont en train de se former, tant pour l'exercice de la recherche que pour les métiers scientifiques dans différents secteurs productifs.

Tableau 6
Étudiants de 3^e cycle encadrés et diplômés au cours de 10 dernières années

Nombre d'étudiants	1993 à 1998	1998 à 2002	En cours
Encadrés	936	1 955	1 290
Diplômés	848	1 339	

5.3. Le recrutement des personnels scientifiques

Le niveau de recrutement du personnel scientifique a été particulièrement faible au cours des cinq dernières années. La moyenne de recrutement par laboratoire au cours de cette période est de 0,7 personne par laboratoire. Cela cache bien sûr une réalité plus diversifiée : 94 laboratoires ont embauché 242 personnels scientifiques (soit 2,6 par laboratoire) et 169 laboratoires, soit 64 % de l'ensemble n'ont pas embauché du tout. Par ailleurs, à la question « estimez-vous que le nombre de personnes travaillant dans votre laboratoire est suffisant pour

l'activité scientifique que vous menez » (tableau 7), les responsables de laboratoires ou de collectifs se sont très majoritairement montrés satisfaits (70 % ont donné une réponse allant de « aucun manque » à « manque tolérable »).

TABLEAU 7
Perception des responsables de laboratoires relativement au manque de personnel scientifique

Type d'institutions	N'ont pas répondu	Aucun	Insignifiant	Tolérable	Sérieux
Établissements d'éducation supérieure	2	2	4	17	9
Universités	7	7	16	113	49
Instituts de recherche	0	2	10	14	11
Total	9	11	30	144	69

Cela révèle une sorte d'ambivalence de la part de responsables qui, tout à la fois s'accommodent de la situation présente alors qu'ils sont 60 % à estimer que leur laboratoire ne présente pas une masse critique suffisante (tableau 8). En effet, la très grande majorité des chefs de labo (59,7 %) se prononce nettement en faveur d'un regroupement avec d'autres laboratoires pour atteindre une masse critique. Cela constitue un aspect particulièrement positif au regard d'une stratégie visant une synergie des capacités scientifiques en place.

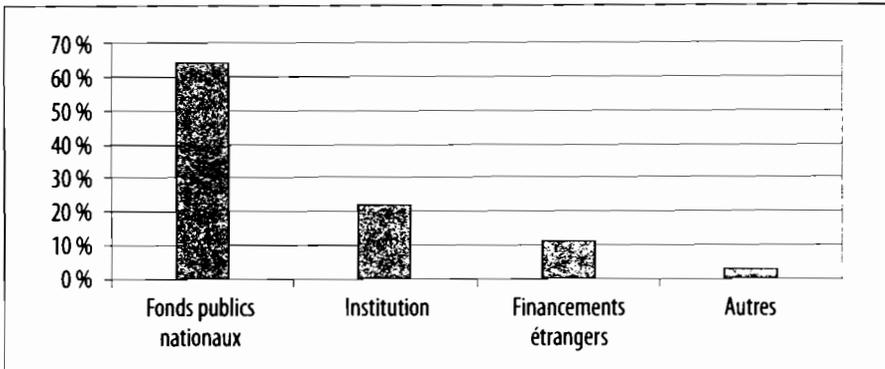
TABLEAU 8
Un regroupement avec d'autres laboratoires est-il souhaitable pour atteindre une masse critique ?

Type d'institution	Oui	Non	Oui et non	Sans réponse
Établissements d'éducation supérieure	21	12	0	1
Universités	118	59	3	11
Instituts de recherche	18	19	1	0
TOTAL	157	90	4	12
Pourcentage	59,7	34,2	1,5	4,6

5.4. Les financements

Les montants des budgets de recherche des laboratoires sont jugés très insuffisants. La moitié des laboratoires, soit 50,5 %, disposent d'une moyenne de moins de 10 000 dirhams (environ 1 000 euros) de budget de fonctionnement annuel par personnel scientifique. L'enquête met toutefois en évidence des situations budgétaires très variées. Une très petite minorité (une vingtaine de laboratoires) dispose de plus de 80 000 € par an, les mieux dotés obtenant la quasi-totalité de leurs budgets de sources nationales et étant très impliqués

FIGURE 4
Origines des financements (%)



dans des activités de prestation de service (santé, agriculture et prospection minière). L'analyse globale de l'origine des financements met d'ailleurs en évidence l'importance déterminante des fonds publics nationaux (64 %). Viennent ensuite les fonds provenant de l'institution (22 %) et les financements étrangers (11 %). Les financements publics nationaux sont dominés par les PARS et les PROTARS. Plus de la moitié des financements étrangers proviennent d'institutions internationales (60 %) dont la moitié de l'Union européenne. La France arrive en tête des coopérations bilatérales mais pas très loin devant l'Allemagne et les États-Unis en montants alloués. Tout en constatant que les budgets moyens par laboratoire et par chercheur sont (à quelques exceptions près) trop faibles pour permettre un fonctionnement normal des laboratoires, il faut reconnaître les efforts importants faits par les autorités marocaines au cours des dernières années (fig. 4).

5.5. Les collaborations

Les arguments en faveur de la collaboration sont convaincants pour des pays comme le Maroc, car la mise en commun des compétences nationales et internationales peut permettre aux laboratoires d'atteindre une masse critique dans un domaine particulier (notamment quand une approche multidisciplinaire est nécessaire) et de partager les coûts.

La très grande majorité des chefs de laboratoires déclarent avoir des collaborations nationales (82,5 %) ou des collaborations internationales (88,2 %). Les trois quarts de ces collaborations (400 sur 547) se font avec des partenaires du secteur public. Toutefois les partenariats avec le secteur privé sont loin d'être marginaux. Parmi les secteurs d'activités, ce sont les collaborations avec le monde de la recherche qui dominent que ce soit dans le secteur public ou dans le secteur privé (respectivement 37 % et 12 %), suivies par celles avec les mondes professionnels de l'agriculture (respectivement 17 % et 5 %), de l'industrie (8 % et 4 %), de la santé (7 % et 3 %), et enfin des services (5 % et 2 %).

TABEAU 9
Importance des collaborations nationales et domaine des partenaires nationaux

Partenaires	Secteur public		Secteur privé	
	Nombre de collaborations	%	Nombre de collaborations	%
Recherche	200	37 %	68	12 %
Agriculture	92	17 %	26	5 %
Industrie	45	8 %	22	4 %
Santé	36	7 %	17	3 %
Services	27	5 %	14	2 %
Total des collaborations	400	74 %	147	26 %

Il s'agit, la plupart du temps de collaborations qualifiées de « régulières »²¹ par les chefs de laboratoires (qu'elles soient nationales ou internationales) et qui durent sur un moyen terme (entre un et trois ans pour 39 % des collaborations nationales et pour 45 % des collaborations internationales). Ces dernières s'articulent surtout autour de projets de recherche en commun avec un laboratoire partenaire (44 %) et favorisent la mobilité des chercheurs entre le Maroc et le pays partenaire : 16 % d'entre elles concernent des échanges de personnel scientifique et 16 % permettent de réaliser des travaux scientifiques chez le partenaire.

Sur un ensemble de 622 collaborations internationales déclarées au cours des 5 dernières années, deux tiers sont localisées en France (413 collaborations). Avec 66,4 % des collaborations internationales, la France est de loin le premier partenaire scientifique du Maroc. Elle est suivie par l'Espagne (10,0 %), la Belgique (4,7 %), et trois autres pays obtenant chacun environ 4 % de ces collaborations : l'Allemagne, le Canada et l'Italie. Les États-Unis n'arrivent qu'en septième position avec 3,5 % des collaborations internationales mesurées en nombre de collaborations.

Ces collaborations internationales entraînent des publications dans des revues internationales avec des auteurs étrangers. Le tableau 10 permet de constater qu'il existe une corrélation relativement étroite entre l'importance des collaborations internationales avec un pays donné (3^e colonne) et le nombre de co-publications avec des auteurs de ce même pays (4^e colonne). Ainsi, à quelques exceptions près, le classement par pays reste approximativement le même, la France étant très largement en tête de classement, avec sensiblement la même proportion de co-auteurs français (65 %) que de collaborations inter-

21. Le questionnaire offrait le choix entre « régulières » ou « occasionnelles ».

TABLEAU 10
Les principaux pays partenaires scientifiques du Maroc

Pays	Nombre de collaborations	Pourcentage des collaborations	Publications avec co-auteurs étrangers
France	413	66,4 %	65 %
Espagne	62	10,0 %	4 %
Belgique	29	4,7 %	3 %
Allemagne	27	4,3 %	2 %
Canada	26	4,2 %	2 %
Italie	25	4,0 %	5 %
États-Unis	22	3,5 %	9 %
Royaume-Uni	8	1,3 %	2 %
Suisse	7	1,1 %	1 %
Suède	3	0,5 %	1 %
Autres	53	8,5 %	6 %
Total	622	100 %	100 %

Source colonne de droite : ISI (1991-1999).

nationales avec des chercheurs français (66,4 %). Ce classement est toutefois notablement bouleversé pour deux pays : les États-Unis qui représentent 9 % des co-publications avec le Maroc pour 3,5 % des collaborations et l'Espagne qui ne réalise que 4 % des co-publications pour 10 % des collaborations.

5.6. La documentation scientifique

L'accès à la documentation scientifique et technique pose un réel problème pour la majorité des laboratoires enquêtés. Pour se procurer leur documentation les chercheurs doivent, soit engager leurs propres finances (pour 34 % d'entre eux), soit compter principalement sur leurs partenaires étrangers (pour 35 % d'entre eux).

La non-existence d'un système d'accès à la documentation semble être la raison qui prévaut parmi les réponses données par les responsables de laboratoires à cette question, à savoir l'absence de financements (au niveau de l'institution et du laboratoire) et l'absence de systèmes de prêts interinstitutionnels. Ces réponses sont confortées par les raisons « autres » que les responsables de laboratoires ou de collectifs de laboratoires donnent pour compléter les propositions faites par le questionnaire. Parmi celles-ci on trouve les raisons finan-

TABLEAU 11
Différents modes d'accès à la documentation

Dans le laboratoire la documentation est :	Pourcentage
Personnelle (achetée sur les fonds personnels des chercheurs)	34 %
Disponible au labo (achetée sur les fonds du laboratoire)	7 %
Disponible au sein de l'institution	9 %
Disponible grâce à nos partenaires marocains (exemple : prêts interinstitutionnels)	5 %
Disponible grâce à nos partenaires étrangers	35 %
Autre	10 %

Sur 257 réponses.

cières : l'instabilité des fonds d'une année sur l'autre, le coût rédhibitoire de certains abonnements et ouvrages, l'absence de budget prévu à cet effet, l'accès aux résumés et non pas aux publications entières trop coûteuses. Des raisons de fonctionnement sont également mentionnées : difficultés administratives pour commander des publications à l'étranger et les payer, mauvais fonctionnement des centres de documentation, isolement des institutions, lourdeur des procédures administratives, pas ou peu d'esprit de collaboration et d'échange scientifique et technique entre chercheurs et institutions.

Il semble que ce sont là des raisons de nature institutionnelle et qu'une prise en compte, par les institutions de recherche, du caractère primordial que joue la documentation scientifique et technique en tant qu'outil conditionnant la production scientifique et son inscription dans la science mondiale, serait un préalable pour commencer à résoudre certaines des difficultés rencontrées par les scientifiques de l'échantillon.

L'écrasante majorité des chercheurs (87,3 %) sont connectés au réseau Internet. Toutefois, l'accès aux terminaux doit se partager entre plusieurs chercheurs dans plus de la moitié des laboratoires. La plupart sont à deux ou trois par machine, cependant, 5 responsables de petits laboratoires répondent que leurs équipes ne disposent, au sein de leur institution, que d'un terminal pour plus de 20 scientifiques (un d'entre eux signale qu'ils sont 50 à devoir se le partager). De plus, environ un tiers des responsables enquêtés utilisent des adresses électroniques personnelles (souvent à l'étranger – il s'agit dans ce cas, le plus souvent, d'un serveur en France) plutôt que des adresses institutionnelles. La connexion au réseau MARWAN (Maroc Wide Area Network), le réseau national dédié à l'éducation, la formation et à la recherche d'information, semble beaucoup moins importante. Seulement 51 responsables (soit à peine 20 %) déclarent y être connectés. Se pourrait-il que pour une partie des autres, leurs institutions soient connectées sans qu'ils le sachent ?

5.7. Les équipements de recherche

La question des équipements de recherche (et de leur maintenance) a été relevée de façon unanime comme un problème important par les experts européens qui ont observé une pénurie d'équipements (acquisition difficile – même pour les petits équipements – en raison du coût, des intermédiaires, des délais dus aux formalités administratives, des droits de douanes pénalisants) et des carences fréquentes de maintenance (principalement du fait d'un manque de techniciens spécialisés). Il n'est donc pas étonnant qu'à la question « votre laboratoire est-il raisonnablement équipé ? » la très grande majorité (87 %) des 259 chefs de labos ait répondu « non ». Parmi les principaux handicaps à l'acquisition du matériel, les responsables de laboratoires signalent avant tout le manque de financement qui, aux yeux de 88 % d'entre eux, constitue le problème principal (pour 67 % il est « très contraignant » et pour 21 % il est « très important »). Viennent ensuite les aspects administratifs des procédures d'acquisition, d'abord le passage obligatoire par les marchés publics qui constitue une difficulté pour 64 % des chefs de laboratoires (« importante » pour 18 % d'entre eux et « très contraignante » pour 46 %), puis les délais de paiement de l'administration, signalés par 59 % des répondants comme un problème (« important » pour 22 % et « très contraignant » pour 37 %).

La maintenance des équipements de recherche n'apparaît pas comme la plus préoccupante aux yeux des responsables de laboratoires. Les problèmes liés à la maintenance sont signalés comme étant importants dans moins de la moitié des laboratoires (43 % des réponses : 16 % les signalent comme « importants » et 27 % « très contraignants »). Toutefois, si on met en perspective ces réponses avec celles données aux questions concernant l'entretien des équipements eux-

TABLEAU 12
Les principales difficultés pour l'acquisition des équipements de recherche

Raison invoquée	Échelle d'insatisfaction			
	Peu important	Moyennement important	Important	Très contraignant
Manque de financements	2 %	5 %	21 %	67 %
Manque d'informations	32 %	13 %	5 %	5 %
Difficultés d'importation	14 %	11 %	21 %	24 %
Passage obligatoire par les marchés publics	5 %	9 %	18 %	46 %
Délais de paiement de l'administration	6 %	11 %	22 %	37 %
Manque de savoir-faire technique pour utiliser et assurer la maintenance du matériel	10 %	17 %	16 %	27 %

TABLEAU 13
Production scientifique par chercheur et par an

Nature de la publication	Nombre total 5 ans	Moyenne par an	Moyenne par an et par chercheur
Communications publiées dans des actes de colloques	4 027	805,4	0,410
Articles dans des revues internationales	3 413	682,6	0,348
Articles dans des revues nationales	879	175,8	0,090
Chapitres d'ouvrages collectifs	66	13,2	0,007
Ouvrages scientifiques en tant qu'auteur	60	12	0,006
Ouvrages scientifiques en tant qu'éditeur scientifique	47	9,4	0,005
Total	8 492	1 698,4	0,866

mêmes, il apparaît pourtant que les trois quarts (73 %) de ces responsables de laboratoires estiment que les appareils de leur labo sont plutôt « non réparés », ce qui implique le remplacement par un équipement neuf dans une petite minorité de situations (10 % des cas) ou son non remplacement (dans la grande majorité des cas). Cela confirme les rapports des experts européens et les interviews qui signalent cet aspect comme étant un problème de terrain plutôt grave.

5.8. La production scientifique

Mesurée en nombre de publications, cette production a connu une croissance remarquable au cours des cinq dernières années. La productivité par chercheur reste toutefois relativement modeste. En moyenne annuelle chaque chercheur serait l'auteur de 0,4 communication publiée dans des actes de colloques, un peu moins de 0,4 article dans des revues internationales et 0,09 article dans des revues nationales. La faible importance relative des publications nationales interpelle. La contribution des chercheurs aux ouvrages scientifiques est encore plus faible (respectivement 7 chapitres d'ouvrages, 6 ouvrages en tant qu'auteur et 5 ouvrages en tant qu'éditeur scientifique pour mille chercheurs et par an).

Ces moyennes générales par chercheur dissimulent des situations très diversifiées : un grand nombre de laboratoires publient peu alors qu'un petit nombre publient beaucoup, et ceci, quelle que soit la nature des publications. La moitié (49 %) des chefs de laboratoire ont répondu qu'ils valorisaient les résultats de leurs recherches par le moyen de la formation permanente.

Près de la moitié (45 %) déclarent avoir obtenu des résultats de recherche qui ont donné lieu à 278 applications pratiques.

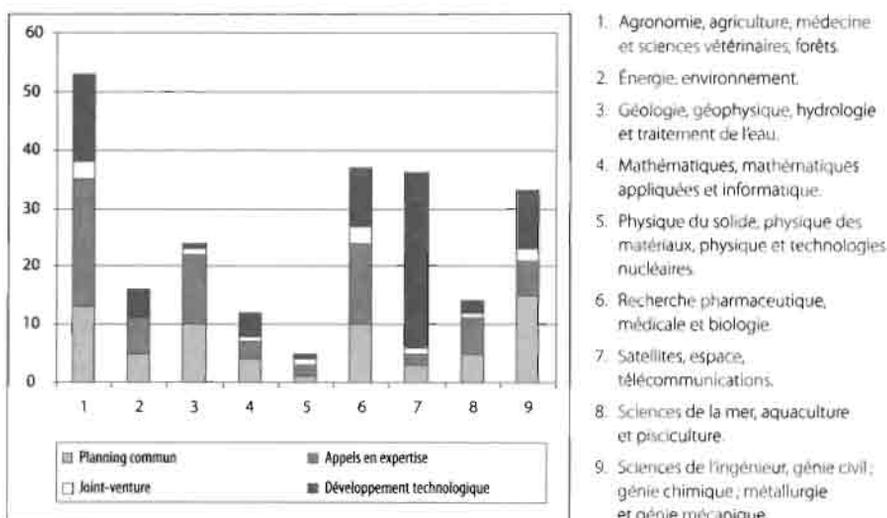
TABLEAU 14
Types de pérennisation des collaborations avec les partenaires économiques

Types de pérennisation	Fréquence
Appel en expertise	73
Planning commun des activités de recherche	66
Participation aux activités de développement technologique du partenaire	53
Joint-venture au niveau de la production	13

Concomitamment, 48 brevets ont été déposés par 24 laboratoires ou collectifs au cours des 10 dernières années. Les domaines dans lesquels le plus de brevets ont été déposés sont les mêmes que ceux qui déclarent le plus grand nombre d'applications. Les 48 brevets sont concentrés dans quelques laboratoires. Alors que 12 laboratoires déclarent un brevet et un seul, les 12 laboratoires restant concentrent 36 brevets (dont 1 laboratoire qui a obtenu 8 brevets, un autre qui en a obtenu 5, et respectivement 3 et 7 laboratoires qui ont obtenu 3 et 2 brevets).

Parmi les 547 collaborations identifiées par l'enquête (tableau 14) 205 ont pu se pérenniser avec les partenaires du secteur économique ou productif.

FIGURE 5
Répartition par domaine des activités
qui se sont pérennisées avec les partenaires économiques



6. Analyse des résultats et conclusion

6.1. Rappel synthétique

Les résultats présentés ci-dessus donnent une image contrastée des laboratoires de recherche marocains, constitués majoritairement de petites unités (un peu plus de 7 personnes en moyenne) et principalement situés dans les universités (82 %), disposant d'un personnel surtout masculin (72 %) et très hautement diplômé (51 % ont un doctorat d'État) partageant leur temps entre l'enseignement et la recherche. Nombre de ces laboratoires ne disposent pas d'une masse critique suffisante et pourraient bénéficier d'un regroupement dans le cadre de collectifs de recherche de taille plus importante qui renforcerait la synergie des capacités scientifiques disponibles et conduirait à une plus grande cohérence scientifique et thématique.

Malgré des situations très variées, les budgets de recherche sont généralement insuffisants. L'analyse de ces derniers met en évidence l'importance déterminante des fonds publics nationaux (64 %). L'accès à la documentation scientifique et technique pose un réel problème. Même si la très grande majorité des laboratoires (87,3 %) est connectée au réseau Internet au moment de l'enquête, les chercheurs utilisent souvent leur connexion personnelle pour leurs échanges professionnels, les terminaux des laboratoires étant dans plus de la moitié des cas partagés et parfois difficiles d'accès. L'équipement scientifique est jugé insuffisant par 87 % des chefs de laboratoires, principalement pour des raisons d'ordre budgétaire, puis administratives. La maintenance de ces équipements est très aléatoire.

Malgré cela, la production scientifique marocaine mesurée en nombre de publications a connu une croissance remarquable au cours des cinq dernières années. La productivité par chercheur reste toutefois relativement moyenne voire faible avec toutefois des disparités très marquées. La moitié (49 %) des chefs de laboratoires ont répondu qu'ils valorisaient les résultats de leurs recherches par le moyen de la formation permanente. Près de la moitié (45 %) déclarent avoir obtenu des résultats de recherche qui ont donné lieu à des applications pratiques mais seulement 48 brevets ont été déposés par 24 laboratoires au cours des 10 dernières années.

La communauté scientifique marocaine représente un fort potentiel hautement qualifié mais largement sous-utilisé notamment au sein des établissements d'enseignement supérieur où près de 10 000 enseignants (sur 14 522 recensés en 2000 par le CNCPRST) ne feraient pratiquement aucune recherche. Enfin, cette enquête montre qu'il existe au sein des laboratoires de recherche, malgré un marché du travail peu favorable, un nombre important d'étudiants de 3^e cycle en cours de formation qui représente également un très important réservoir de compétences pour l'avenir.

6.2. Aspects méthodologiques

Au vu des résultats présentés ci-dessus, il apparaît que la méthode d'enquête utilisée a permis une collecte puis un traitement des informations particulièrement efficaces dans un laps de temps relativement court (entre janvier et mars 2003). Toutefois ces résultats seraient sans valeur s'ils n'étaient issus d'un échantillon maîtrisé et dont les biais ont pu être identifiés par rapport à l'ensemble de la population que l'on cherchait à examiner. Cette maîtrise a été rendue possible grâce à la pré enquête effectuée par les autorités marocaines et poursuivie, en accord avec ces autorités, par les auteurs de l'enquête. Ce travail a permis d'avoir une cartographie relativement fiable de l'ensemble des laboratoires de recherche marocains ainsi que de leur contexte institutionnel.

Les difficultés les plus importantes inhérentes à la méthode sont liées à la nature volatile des adresses électroniques. Cela est particulièrement vrai pour les adresses personnelles (lesquelles ont été utilisées dans un tiers des réponses) dont on change facilement en fonction de l'offre du marché et que l'on ne diffuse que dans un entourage « proche ». Les adresses professionnelles sont plus faciles à retrouver grâce aux sites web des institutions (lesquelles n'en étaient cependant pas toutes dotées au Maroc). En conséquence, si l'on veut atteindre la population que l'on cherche à joindre, il faut pour le moins disposer d'une liste d'adresses électroniques très récente.

Une enquête que l'on remplit « en ligne » sur un site web contourne cette difficulté mais comporte, dans le cas présent, deux difficultés majeures : une pénalisation (voire exclusion) des personnes répondant à partir de leur propre terminal (en fonction du coût plus ou moins élevé de la communication locale liée au temps de remplissage de l'enquête) et une difficile maîtrise de l'échantillon (comment mesurer sa représentativité) si l'on ne dispose par, par ailleurs, d'informations générales fiables sur l'ensemble de la population que l'on cherche à étudier (en l'occurrence nombre de laboratoires, lieux d'implantation et domaines de recherche).

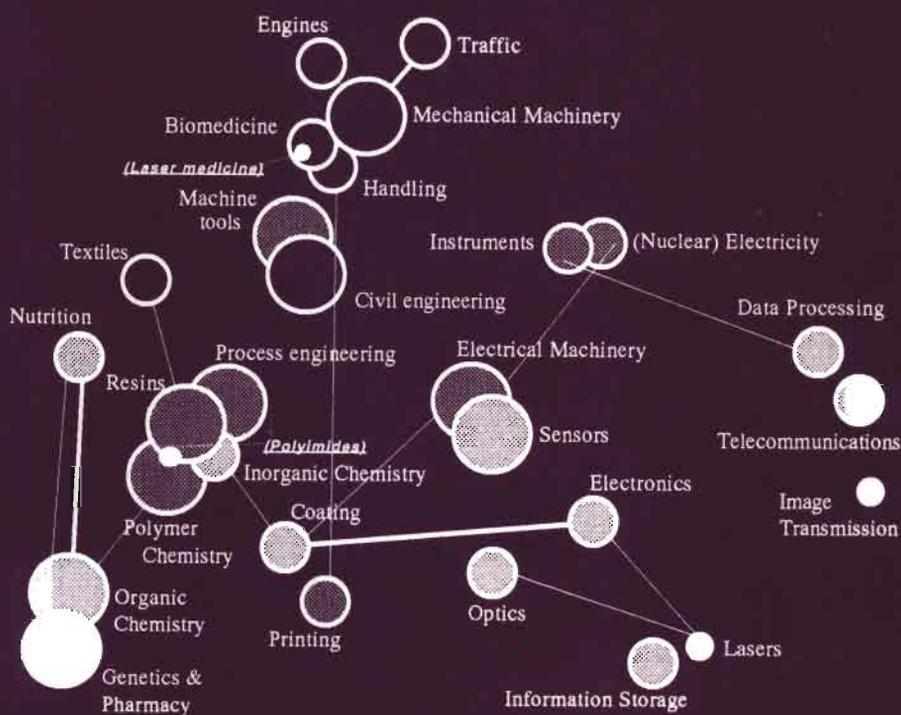
Une fois ces difficultés résolues, il apparaît qu'avec une gestion rigoureuse, cette approche qui présente de nombreux avantages liés à la souplesse, à la multiplicité et à la rapidité des échanges possibles, devient un outil très « personnalisé » grâce à l'interactivité qui la caractérise. Outre la multiplication des relances (qui étaient forcément limitées dans le cas d'enquêtes postales) la méthode permet, quand cela est nécessaire, un ajustement très fin des réponses. Partant, il serait erroné de croire que l'enquête électronique est un outil qui fait gagner du temps car si elle permet une gestion plus « technologique » des facettes de l'enquête, elle multiplie les échanges (vraisemblablement pour une meilleure qualité des résultats) tout en exigeant de l'enquêteur un suivi attentif et rigoureux de chaque étape de son déroulement.

C'est donc un outil pertinent, utilisable dans le cadre de l'évaluation des systèmes nationaux de recherche parce qu'il apporte, par sa complémentarité

aux autres approches (inventaire, bibliométrie, évaluation des domaines scientifiques par des experts), un éclairage quantitatif sur la réalité des laboratoires (leur personnel, leurs pratiques, leur production, leurs financements, etc.). Si l'enquête s'appuie sur un inventaire ou sur un répertoire déjà existant qui autorise la constitution d'un échantillon représentatif préalablement à l'enquête ou qui, comme dans le cas présent, permet la maîtrise *a posteriori* de l'échantillon, ses résultats peuvent être validés au niveau national. Dans le cas contraire ils peuvent constituer une première approximation du potentiel national de recherche et indiquer ses tendances plus ou moins fortes permettant l'élaboration de politiques scientifiques *ad hoc*.

Mina KLEICHE DRAY
Roland WAAST

LE MAROC SCIENTIFIQUE



Editions PUBLISUD

Sommaire

À propos des auteurs	7
Préface	
<i>Omar Fassi-Fehri</i>	13
PREMIÈRE PARTIE	
La démarche de l'évaluation	15
CHAPITRE 1 La Méthode	
<i>Roland Waast</i>	17
CHAPITRE 2 Le rôle du ministère	
<i>Ilham Laaziz el Malti</i>	33
DEUXIÈME PARTIE	
Cadrage de la recherche marocaine	47
CHAPITRE 3 Une Histoire du dispositif de recherche	
<i>Mina Kleiche Dray</i>	49
CHAPITRE 4 Le système de recherche marocain : précis d'organisation	
<i>Mina Kleiche Dray</i>	67
CHAPITRE 5 Bibliométrie fine. Méthode et résultats	
<i>Pier Luigi Rossi & Roland Waast</i>	89
CHAPITRE 6 L'enquête électronique comme contribution à l'évaluation des systèmes nationaux de recherche : le cas des laboratoires de recherche au Maroc	
<i>Anne-Marie & Jacques Gaillard</i>	119
TROISIÈME PARTIE	
Diagnostics d'experts	145
CHAPITRE 7 Mathématiques	
<i>Expert Claude Lobry</i>	147
CHAPITRE 8 Physique	
<i>Expert Yves Farge</i>	159
CHAPITRE 9 Chimie et chimie des substances naturelles	
<i>Experts Guy Ourisson & Thierry Sevenet</i>	171

CHAPITRE 10 Géosciences (sciences de la Terre) <i>Experts Michel Steinberg et Jacques Girardeau</i>	181
CHAPITRE 11 Agronomie, agriculture, forêts <i>Experts Daniel Richard-Mollard, Jacques Gaillard, François Le Tacon, Trevor John Perfect</i>	197
CHAPITRE 12 Sols <i>Expert Alain Ruellan</i>	211
CHAPITRE 13 Hydrologie et traitement des eaux <i>Expert Dieter Prinz</i>	215
CHAPITRE 14 Biomédecine et Santé <i>Expert Anne-Marie Moulin</i>	223
CHAPITRE 15 Sciences de la mer et aquaculture <i>Expert Marcelo de Sousa Vasconcelos</i>	235
CHAPITRE 16 Mécanique et génie mécanique <i>Expert Claude Conti</i>	249
CHAPITRE 17 Énergie <i>Expert Yves Farge</i>	259
CHAPITRE 18 Sciences et technologies de l'information et de la communication <i>Expert Jean-Pierre Tubach</i>	265
QUATRIÈME PARTIE	
Synthèse et suites	275
CHAPITRE 19 Synthèse de l'évaluation <i>Roland Waast</i>	277
CHAPITRE 20 Leçons et suites <i>Ahmed El Hattab et Said Belcadi</i>	295
CHAPITRE 21 Sources et bibliographie <i>Mina Kleiche Dray</i>	311