

# **Une recherche mathématique appliquée dans un pays en développement, est-ce bien raisonnable ?**

Jaoua, M.

*Presented at the Second International Colloquium on Research  
and Higher Education Policy*

UNESCO Headquarters, Paris  
29 November - 1st December 2006



## Une recherche mathématique appliquée dans un pays en développement, est-ce bien raisonnable ?

par Mohamed Jaoua <sup>1</sup>

Il fut un temps - pas si lointain - où évoquer la recherche dans un pays en développement passait pour un non sens. A moins que cette « recherche » ne fût productive à court terme, qu'elle portât sur les problèmes urgents du développement tels que l'éradication de la malaria, la gestion des ressources en eau ou la désertification. Nulle place évidemment dans ce schéma pour la recherche fondamentale, ou même pour une recherche appliquée plus générique, telle que celle que peuvent produire les mathématiciens appliqués.

La « stratégie » de développement scientifique ne portant d'intérêt qu'aux deux extrémités de la chaîne du savoir, c'est à dire à l'enseignement de base et à la recherche développement, a toutefois largement prouvé son inanité. Tout le monde convient à présent qu'il ne saurait y avoir d'université sans recherche, et que celle-ci, pas plus que le système éducatif, ne peuvent se développer que dans leur ensemble, même si ce n'est pas de manière égale. Il reste à savoir *comment*, et c'est là que les vraies difficultés surgissent.

### I. Enjeux et difficultés :

Le problème majeur des chercheurs des PED est celui de la légitimité. Légitimité de leur activité, qui s'apparente pour le commun à un luxe, dès lors que la hiérarchie commune des priorités, longtemps confortée par les organismes internationaux oeuvrant pour le développement, ne la place pas au premier rang de ses urgences ? Comment la justifier alors qu'elle ne peut apparemment se développer qu'au détriment de l'urgence des urgences qu'est l'éducation, et que les indicateurs de son effectivité font défaut ? Les chercheurs des PED, au contraire de leurs collègues des pays industriels, ne peuvent pour cela s'appuyer sur une longue tradition de production scientifique, leurs communautés ne sont pas structurées, leur impact sur l'opinion publique est faible, et leurs relations avec les pouvoirs politiques empreintes d'ambiguïté. L'hypertrophie des sociétés politiques par rapport aux sociétés civiles fait en effet que la réussite sociale des scientifiques passe tôt ou tard par leur insertion au sein des premières, auxquelles aucun acte de légitimation ne saurait échapper, et auxquelles l'activité productrice de connaissances se trouve de ce fait totalement subordonnée.

Certes, on reconnaît volontiers à leur recherche sa contribution à la reproduction du corps enseignant de l'université, tâche cruciale s'il en fût dans un contexte de forte croissance des effectifs étudiants. Longtemps, cet argument a d'ailleurs été le seul pertinent aux yeux des pouvoirs publics tunisiens pour la répartition de crédits de recherche – du reste fort modestes – au prorata du nombre de

---

<sup>1</sup> Chaire Unesco « Mathématiques et développement », ENIT-LAMSIN, BP 37, 1002 Tunis Belvédère, Tunisie

doctorants présents au sein des équipes. Mais l'activité de recherche proprement dite est seulement « tolérée », à condition de ne pas nuire aux tâches réputées plus « sérieuses » : enseignement, administration des institutions, etc. En filigrane, s'inscrit la conviction que la contribution des chercheurs des PED à l'accroissement des connaissances ne saurait de toutes manières être significative.

La seconde difficulté sérieuse tient à la pénurie. Non pas tant la pénurie des moyens matériels, du moins dans des disciplines aussi peu gourmandes que peuvent l'être les Mathématiques Appliquées. Mais plutôt celle des ressources humaines : les chercheurs sont peu nombreux, la base de leur pyramide des âges (et des expériences) est élargie, et ils sont souvent éparpillés géographiquement. Plusieurs PED ont en effet mis la charrue avant les boeufs, en distribuant les centres universitaires à travers le territoire pour des raisons sur lesquelles il n'y a pas lieu ici de s'étendre. Cette politique ajoute à la difficulté substantielle du développement d'une recherche pertinente, c'est à dire de niveau international, celle-ci nécessitant la concentration de ressources humaines *critiques* sur un nombre limité de thèmes, alors que l'enseignement supérieur requiert au contraire une large diversité d'expertise. Le dépassement de cette contradiction est bien entendu moins aisé dans un contexte de déficit généralisé de moyens qui rend les pays concernés tributaires des organismes internationaux et des partenaires du Nord qui les financent pour l'élaboration de doctrines de développement scientifique pas toujours appropriées au pays, et souvent variables.

Soumis à ces difficultés comme tous les chercheurs, le mathématicien appliqué doit en outre faire face à un surcroît de scepticisme. Car enfin, quel sens peut avoir sa discipline dans un pays au tissu industriel balbutiant, dominé par des PME peu soucieuses d'innovation technologique, car soumises à des contraintes de production à très court terme, et si mal encadrées qu'il est quasiment impossible aux chercheurs qui en font l'effort d'y trouver des interlocuteurs techniques ? Longtemps, la recherche en Mathématiques Appliquées n'a en plus concerné que des applications hautement technologiques (aéronautique, espace, automobile, etc.) dont les PED ne peuvent raisonnablement prétendre être des acteurs. Alors, une recherche en Mathématiques Appliquées dans un tel contexte, est-ce bien sérieux ?

## II. De nouveaux paradigmes

Les années 80 vont cependant poser la question dans des termes radicalement nouveaux. La révolution numérique a en effet eu deux effets majeurs : d'une part, elle a replacé les modèles mathématiques au cœur des processus industriels, réduisant - par sa requalification de la technologie - l'avance écrasante qui était jusqu'alors celle des pays riches ; d'autre part, la démocratisation des outils de calcul a rendu ces derniers accessibles aux plus pauvres, de sorte que si l'on peut encore, et à juste titre, évoquer la « fracture numérique », celle-ci concerne davantage la connaissance et l'expertise de l'outil matériel, que l'outil lui-même.

Cette nouvelle révolution industrielle « redistribue les cartes », en frappant d'obsolescence des appareils industriels qui semblaient constituer un horizon désespérément hors de portée des pays dits en développement. Elle redonne une chance à ces derniers de reprendre une place dans le concert des nations, pour peu qu'ils aient été préparés à investir le nouveau territoire des sciences de l'information. Si le sous-développement reste caractérisé par un déficit d'équipements *et* de savoirs, le second terme prend désormais le pas sur le premier. Et l'appropriation de ces savoirs également neufs pour tous devient possible.

La mondialisation de la production et des échanges a elle aussi contribué à la réduction de l'abîme, en poussant à la délocalisation de segments de production à valeur ajoutée relativement forte. Le cas de

l'Inde, parmi d'autres, est à cet égard instructif. Le développement fulgurant des TIC rend désormais parfaitement possible l'intervention dans les processus de conception et de calcul d'acteurs situés aux antipodes du lieu de production matériel, pour peu qu'ils en maîtrisent les éléments. Et des pays intermédiaires tels que la Tunisie se retrouvent ainsi à la croisée des chemins, alors que la vieille croissance basée sur différences de coût de la main d'oeuvre non qualifiée fond comme neige au soleil de la concurrence asiatique.

Dans cette nouvelle donne, il convenait certes que ces pays prennent leur destinée en mains, et saisissent cette chance que l'histoire – pourtant avare de ce genre de retournements – leur offrait. Ils l'ont fait avec plus ou moins de bonheur. En Tunisie, le terrain de base était favorable, grâce à la politique éducative volontariste menée sans discontinuer depuis l'indépendance en 1956, qui a permis l'émergence d'une université de bonne qualité au sein de laquelle les Mathématiques tiennent une place de choix. Pour congrue qu'elle fût, la place faite à la recherche a pourtant ménagé l'avenir : statut des enseignants-chercheurs convenable, tant du point de vue de la rémunération que des contraintes d'enseignement, nombreuses perspectives d'emplois pour les jeunes du fait de l'expansion rapide de l'université, et large ouverture sur l'Europe. La promulgation de la Loi organique sur la recherche en 1996 allait dans ce contexte apporter l'élan qui manquait à la recherche scientifique pour lui permettre d'accompagner la forte croissance des effectifs universitaires.

### III. La lente élaboration d'une stratégie de développement

La stratégie employée pour installer à partir de 1983 une recherche en Mathématiques Appliquées, dans un contexte d'abord difficile, n'a été pensée ni d'emblée, ni globalement. Elle s'est élaborée de manière empirique, avec des essais et des erreurs, sous la pression de la nécessité. Elle a pris corps lentement, par touches successives, avec parfois la complicité du hasard. Il n'en reste pas moins que, sans prétendre constituer une doctrine ou un modèle, elle peut apporter aujourd'hui des éclairages utiles au delà de l'expérience particulière où elle a trouvé à se déployer.

Pour faire face à la contradiction entre éparpillement des forces vives de l'enseignement, et nécessité de la concentration de celles de la recherche, ces forces vives étant essentiellement les mêmes, il a fallu inventer avant l'heure – c'est à dire avant son inscription dans les tables de la loi organique de 1996 - le concept de « laboratoire national » regroupant des enseignants-chercheurs affectés à différentes universités. Le principal souci des enseignants-chercheurs ayant choisi de s'y rattacher était d'assurer une progression dans leur carrière. Il s'agissait le plus souvent de jeunes docteurs ayant été formés à l'étranger, majoritairement en France, dont le retour au pays s'est accompagné – faute d'autonomie suffisante et de liens structurés - d'une rupture avec la recherche active. Ils ont été suivis au sein de ce groupe par de plus jeunes qu'eux, formés dans le cadre des formations doctorales de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis : celle déjà existante de Mécanique Appliquée dans un premier temps, et à partir de 1990 celle nouvellement créée de Mathématiques Appliquées. Compte tenu de la faible capacité d'encadrement de la structure naissante, la seule chance de prise en charge scientifique de cette population résidait dans une large ouverture internationale, celle des formations doctorales ayant naturellement été suivie de co-directions de thèses, là encore plusieurs années avant que les textes réglementaires ne voient le jour pour les organiser.

La question de fond qui méritait réflexion était la suivante : pourquoi des Mathématiques Appliquées en Tunisie, et s'il apparaissait qu'elles fussent utiles, quelles Mathématiques Appliquées ? La réponse à la première question est contenue dans les paragraphes précédents : dans un pays ayant mis sur l'éducation, ce qui se traduisait par une croissance à deux chiffres des effectifs étudiants, la formation des formateurs était impérative. La priorité ayant en outre été accordée au développement des

formations technologiques, la pertinence des Mathématiques Appliquées pour les prendre en charge ne faisait aucun doute sur le plan pédagogique. Il en allait tout autrement de la recherche, sauf à postuler que celle-ci restât *ad vitam aeternam* subordonnée à la formation.

La résolution du dilemme des thématiques de recherche a toutefois été facilitée par l'extrême rapidité de leurs migrations, depuis les applications « high tech » vers les applications les plus courantes. Tout travail scientifique, même le plus éloigné des préoccupations du moment où il est engagé, n'est jamais qu'une anticipation de besoins de connaissances « courantes » à venir. Le développement récent de la cryptographie, qui repose sur un domaine des mathématiques – la théorie des nombres – longtemps resté ésotérique, en est une illustration éclatante. Le mouvement s'est toutefois considérablement accéléré ces dernières années, sous l'impulsion du développement fulgurant d'outils de calcul se nourrissant de modèles mathématiques de plus en plus élaborés. Ainsi, la théorie de l'homogénéisation, élaborée dans les années 70 pour modéliser des matériaux composites intervenant en aéronautique, se trouvait dix années plus tard couramment utilisée pour la fabrication d'articles de sport. De même, la résolution des problèmes inverses, auxquelles seules pouvaient s'attaquer quelques applications de pointe – d'identification et de reconnaissance en particulier (radars, sonars) – deviennent aujourd'hui des outils de la vie courante, en médecine notamment (échographies, scanners, etc.). Il y a là plus qu'une accélération, c'est à un véritable bouleversement des paradigmes que l'on assiste. Dès lors que le développement d'une application industrielle repose désormais sur l'élaboration préalable d'un modèle mathématique abstrait, en vue de la simulation numérique, il n'y a aucune difficulté à reproduire la méthodologie et à transposer les modèles ainsi mis au point aux applications les plus banales. Bien entendu, cela n'a été rendu possible que parce que, dans le même temps, les coûts des ordinateurs se sont effondrés, et que sont ainsi devenues accessibles à toutes les entreprises des capacités de calcul jadis réservées aux plus grandes.

« Peu importe donc la thématique, puisque de toutes façons elles nous concernera sous peu ». L'adoption de ce postulat, clairement situé en marge des discours alors dominants sur une recherche prétendument « appropriée » – comprenez une recherche dégradée – dans laquelle les décideurs ont pendant un temps voulu enfermer les chercheurs des pays pauvres, ouvrait largement les portes d'une collaboration tous azimuts, et d'une insertion dans la communauté scientifique internationale. L'universalité des thématiques implique aussi celle des communautés scientifiques qui s'y intéressent, et des instruments de leur évaluation. Un travail est pertinent à l'échelle internationale ou il n'est pas.

Mais si cette approche ouvrait les sujets scientifiques et les collaborations, elle n'effaçait pas pour autant les conditions de travail difficiles des chercheurs tunisiens, qui ne leur auraient pas permis de soutenir le rythme et le tempo de production de leurs partenaires européens : jeunesse et manque d'expérience, faible encadrement, structuration insuffisante, difficulté d'accès à la bibliographie, inexistence de l'équipement, relative lourdeur des charges d'enseignement, éparpillement, etc. Il convenait donc de travailler sur des sujets *actuels* mais non *critiques*, de manière à disposer du temps nécessaire pour y développer une expertise, sans pression excessive et avec quelques chances de succès, et d'identifier pour cela les *niches* dans lesquelles les compétences réunies en Tunisie pouvaient être d'un certain apport pour la communauté internationale.

Cette insertion sans restriction au sein de la communauté internationale, même si c'est à une place modeste, a *ipso facto* levé un grand nombre d'obstacles, et en premier lieu celui de la légitimation. Il est curieux d'observer que, alors que la production scientifique a été de tous temps un précurseur de la mondialisation, les pays en développement lui ont – consciemment ou inconsciemment – appliqué des schémas « nationaux » lors de la construction de leurs nouveaux états, comme si la science – elle non plus – ne pouvait échapper à la « souveraineté nationale ». Il s'en est suivi de nombreuses tentatives – le plus souvent avortées – de reproduire les écorces enveloppant l'activité de recherche, plutôt que

l'activité de recherche elle-même. C'est ainsi que gît à 30 km au Sud de Tunis un éléphant blanc enlisé dans les sables dénommé INRST (Institut National de Recherche Scientifique et Technique), gouffre financier totalement improductif faisant le cauchemar de tout Ministre de la Recherche. De même qu'ont fleuri des dizaines de revues scientifiques de niveau inégal, le plus souvent restées confidentielles avant de s'éteindre du fait des difficultés d'en assurer la périodicité et la diffusion.

L'insertion d'emblée des chercheurs des PED au sein de la communauté internationale, en même temps qu'elle les libère de l'emprise parfois pesante du politique, leur ouvre l'accès à des structures et à une logistique qui – pour être inégalement réparties dans le monde – n'en sont pas moins d'essence internationale. Elle leur permet en particulier l'accès à des financements et à des bassins élargis d'expertise qu'un confinement à l'échelle nationale ou régionale leur eût interdit.

#### IV. Les étapes d'une construction

Il est temps à ce niveau de décrire les étapes essentielles de la mise en oeuvre de cette stratégie. A sa base, se situe évidemment la formation. Celle-ci s'est dans un premier temps effectuée dans le cadre du DEA de Mécanique Appliquée existant à l'ENIT<sup>2</sup>, et dans une moindre mesure sur le DEA de Mathématiques de la Faculté des Sciences de Tunis, en les confortant de séminaires, colloques et d'une école d'été fondatrice organisée avec le concours du CIMPA<sup>3</sup> en 1986. A ce stade, le premier noyau de jeunes chercheurs – qui constituent aujourd'hui l'épine dorsale du LAMSIN<sup>4</sup> – était constitué et la mise sur pieds d'une formation doctorale autonome en Mathématiques Appliquées est devenue indispensable. Elle a été réalisée en 1990, la première thèse de doctorat – soutenue en 1993 – ayant été suivie d'une trentaine d'autres depuis cette date, ainsi de 8 Habilitations à Diriger des Recherches. Plusieurs dizaines de mémoires de Mastère (ex DEA) ont également été soutenus.

Cette oeuvre de formation d'une communauté mathématique appliquée tunisienne s'est appuyée sur une très forte coopération internationale – principalement avec la France – soutenue par toute la diversité des instruments mis en place pour la favoriser : actions intégrées, actions d'échange avec le CNRS, programme STIC de l'INRIA, appuis de l'AUF, etc. A partir de 1997, le LAMSIN a regroupé la partie la plus dynamique de cette communauté naissante autour d'un nombre limité de thématiques de recherche : problèmes inverses, problèmes de propagation, contrôle des équations aux dérivées partielles, et problèmes d'environnement. Le LAMSIN est rapidement apparu comme la figure de proue de la recherche mathématique appliquée en Tunisie, et bientôt au Maghreb et dans la région. Sa contribution scientifique effective sur certains sujets, notamment les problèmes inverses, lui a valu une reconnaissance internationale croissante, matérialisée par plusieurs indicateurs. L'un d'entre eux est le Colloque « Problèmes inverses, contrôle et optimisation de formes » qui, après avoir drainé à Tunis à deux reprises (1998 et 2002) un échantillon significatif de la communauté internationale travaillant sur ces sujets, est aujourd'hui devenu un véritable facteur d'intégration de la communauté scientifique concernée sur le pourtour de la Méditerranée. Son édition 2006 s'est ainsi tenue à Nice, et celle de 2008 aura lieu à Marrakech.

Lorsque la loi organique de la recherche est entrée en application en 1999, le LAMSIN a été le seul

---

<sup>2</sup>Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis

<sup>3</sup>Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (<http://math-adrar.ujf-grenoble.fr/CIMPA/>)

<sup>4</sup>Laboratoire de Modélisation Mathématique et Numérique dans les Sciences de l'Ingénieur  
(<http://www.lamsin.rnu.tn>)

laboratoire de Mathématiques au nombre des 43 retenus par le Ministère de la Recherche. Ce fut là le premier acte significatif – car basé sur un travail d’expertise irréfutable - de légitimation nationale. De nombreux actes de légitimation internationale l’ont suivi, le plus significatif étant sans doute la sélection du LAMSIN en 2001 comme « équipe de recherche associée »<sup>5</sup> de l’INRIA, dans une compétition ouverte à toutes les équipes du monde. Deux équipes du LAMSIN ont réédité cette performance en 2005, et elles restent les seules représentantes au sein de ce programme de la recherche scientifique des PED. Il faut aussi mentionner l’attribution du label « Pôle d’excellence régional » de l’AUF<sup>6</sup> en 2003 (<http://www.auf.org/article477.html>), ainsi que l’attribution de la Chaire UNESCO « Mathématiques et développement » (<http://www.tn.refer.org/unesco/accueil-unesco-fr.html>) la même année.

A côté de plusieurs autres, ces deux consécutions ont favorisé le tournant majeur que vit actuellement LAMSIN. Désormais, son action dépasse résolument la seule Tunisie pour embrasser le Maghreb – les collaborations étant toutefois plus étroites avec le Maroc – et pour s’inscrire dans une articulation étroite et équitable avec les partenaires européens du Nord de la Méditerranée. Le diptyque organisation régionale / intégration euro-méditerranéenne est la caractéristique majeure des Mathématiques Appliquées tunisiennes, qui en fait une composante – certes modeste par sa dimension mais significative par sa contribution - d’un espace scientifique euro-méditerranéen en gestation. En matière scientifique, et contrairement à ce qu’en disait César, la position de second à Rome est en effet infiniment préférable à celle de premier dans un village perdu au bord du Rubicon.

## V. Conclusions

Le succès relatif de cette expérience ne lui donne pas pour autant valeur d'exemple ou de modèle, dans la mesure où elle a bénéficié de la conjonction de deux facteurs éminemment favorables : d'une part, la révolution numérique qui a replacé les modèles mathématiques au cœur des processus industriels, « redistribuant les cartes » et donnant une nouvelle chance aux PED suffisamment préparés sur ce terrain de rejoindre le peloton ; d'autre part, une forte volonté politique du gouvernement tunisien, notamment depuis la promulgation de la Loi organique sur la recherche en 1996, de promouvoir la recherche scientifique pour accompagner la forte croissance des effectifs universitaires.

Pour autant, cette expérience n'en est pas moins riche d'enseignements. Le premier est le caractère essentiel de l'indépendance de l'expertise scientifique vis à vis de l'autorité politique : sans elle, les mathématiques appliquées n'auraient ni vu le jour ni survécu au contexte des années 80, où la crise politique se doublait d'un discours où il n'y avait de place que pour la recherche développement et les « programmes nationaux mobilisateurs » qui n'ont jamais mobilisé que leurs auteurs. Le second est que pour assurer cette indépendance, les scientifiques ont besoin d'une légitimité et d'une liberté d'action que seule la reconnaissance internationale de leur travail peut leur procurer. Le troisième est que si une agrégation fondatrice peut être assurée au niveau de petits pays tel que la Tunisie, la diversité et la pérennité d'une activité scientifique ne sauraient pour leur part être atteintes dans des cadres aussi restreints. La recherche scientifique est en effet internationale ou elle n'est pas. Pour y prendre toute leur part, les PED ont un besoin crucial de regrouper leurs forces au niveau régional afin que leurs partenariats avec le Nord s'inscrivent dans une perspective de co-développement où les deux partenaires sont gagnants, plutôt que dans celle de l'aide au développement qui a fait son temps. Ces partenariats sont encore plus essentiels pour la recherche appliquée, dont la nature ne peut être que

<sup>5</sup> [http://www-direction.inria.fr/international/EQUIPES\\_ASSOCIEES/index.html](http://www-direction.inria.fr/international/EQUIPES_ASSOCIEES/index.html)

<sup>6</sup> Agence Universitaire de la Francophonie

largement *prospective* et *anticipative* en l'absence d'un tissu industriel suffisant pour la mouvoir.

Tunis, le 12 Octobre 2006

Mohamed Jaoua