

## Recherche scientifique et formation universitaire en biotechnologies. Témoignage.

### M. Baaziz

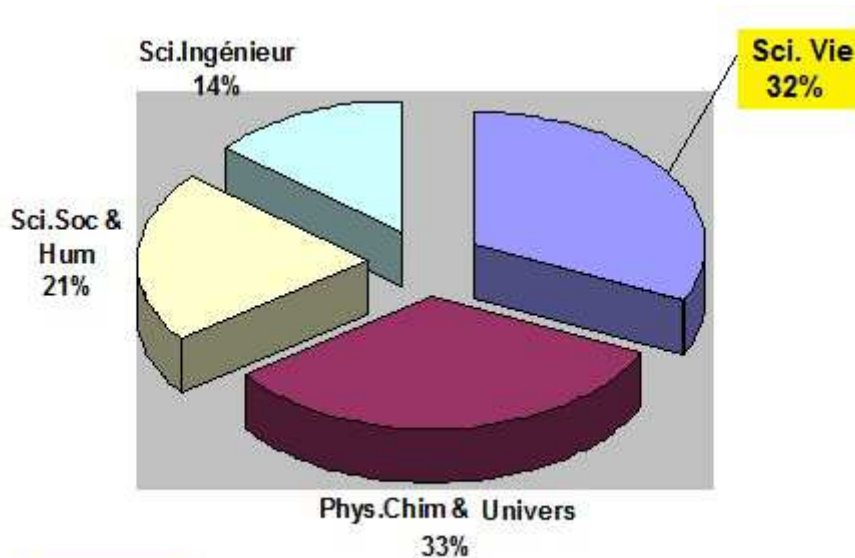
Laboratoire de Biotechnologies-Biochimie, valorisation et protection des plantes,  
Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, B.P 2390, 40000  
Marrakech, Maroc. E-mail : [baaziz@uca.ma](mailto:baaziz@uca.ma)



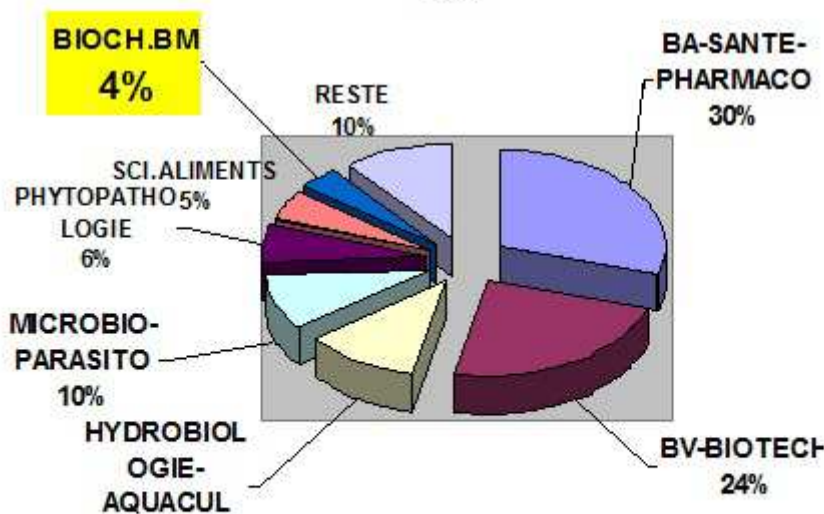
Les Biotechnologies peuvent être subdivisées en deux grands pôles dont les biotechnologies conventionnelles (classiques) et les biotechnologies modernes basées sur l'ADN recombiné. Concernant le domaine végétal, Ces deux catégories de biotechnologies ont donné naissance, respectivement à la révolution verte en 1960 et la révolution génétique à partir de 1970. En matière des exigences pour l'application de l'une et de l'autre, les profils des chercheurs acteurs sont différents. Si les biotechnologies classiques se contentent des expériences acquises par des ingénieurs pratiquant au champ ou des techniciens s'adonnant essentiellement aux méthodes de cultures *in vitro*, de micropropagation et d'hybridation, les biotechnologies modernes nécessitent une formation qualifiante en génétique et en biochimie et biologie moléculaire. Elles nécessitent, en plus, une infrastructure en matière de laboratoires travaillant sur les molécules du vivant.

Pour avancer des propositions d'actions de recherche scientifique et de formations universitaires susceptibles d'être mises en application, il faut se projeter dans les exigences de la société dans les décennies à venir (horizon de 2030). Ainsi, au Maroc et en Europe, il est possible d'avoir un panorama assez net des espaces de choix qui se dessinent pour les prochaines années et qui concernent trois volets essentiels dont un premier volet relatif à la production de masse adaptée aux milieux. La sélection génomique trouvera dedans son plein essor. Le deuxième volet vise à l'exploitation ou utilisation maximale des capacités exceptionnelles de synthèse montrées par les plantes. Il sollicite l'emploi des outils biotechnologiques les plus modernes. Le troisième volet, très large, est celui visant la satisfaction des demandes traditionnelles qui cherchent à augmenter les qualités naturelles des plantes. Il utilise les méthodes conventionnelles d'obtention variétale.

Au Maroc, les biotechnologies classiques, particulièrement dans le domaine des végétaux, sont développées dans plusieurs universités et établissements de recherche publiques et privés. Dans ce secteur, l'expertise marocaine est bien présente à l'échelle mondiale. Néanmoins, les biotechnologies modernes basées sur l'ADN recombiné restent à l'état embryonnaire. Ceci est lié à l'insuffisance des infrastructures (Laboratoires et Instituts), manque de programmes de formation adéquats et vide juridique. Ainsi, les unités de recherche scientifique en Biochimie et la Biologie moléculaire sont moins représentées dans les universités au Maroc (Fig. 1). Il en résulte une difficulté d'aborder les biotechnologies modernes, en plus d'une absence de la formation par la recherche scientifique.



**Fig. 1.** Unités de recherche scientifiques dans les Universités au Maroc (CNRST)



وحدات البحث العلمي في الجامعات بالمغرب

### Unités de recherche scientifique dans les Universités au Maroc

Vu son positionnement géographique et le contexte de libre échange, le Maroc est amené à développer les biotechnologies modernes afin de superviser l'état des produits objets des échanges.

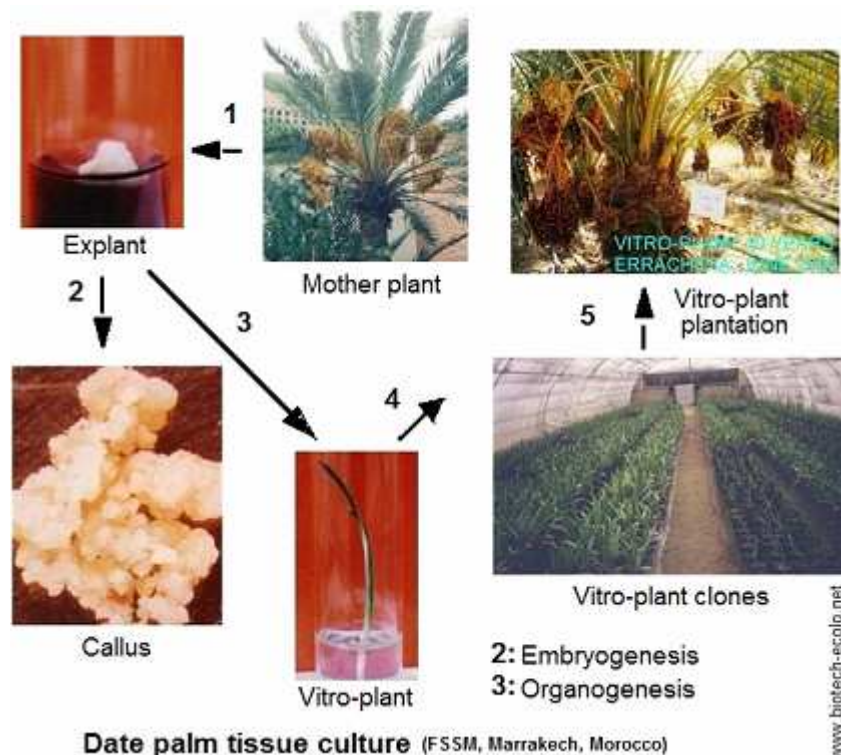
Perçues comme des outils, les biotechnologies 'vertes' doivent être mobilisées pour accompagner les programmes de développement de l'agriculture au Maroc, dont le plan 'Maroc vert' (Avril 2008) qui tend à faire de l'agriculture le principal levier de croissance sur les 10-15 années prochaines. A titre d'exemples, ce plan a élevé les secteurs des olives et des céréales comme marqueurs de la physionomie de l'agriculture en 2020 dans les régions de Marrakech-Tensift-Al Haouz, Taza-Al Hoceima-Taounate, Fès-Boulmane et Meknès-Tafilalet, pour le secteur des olives et les régions Chaouia-Ouardigha, Taza-Al Hoceima-Taounate et Doukkala-Abda pour le premier rang du secteur des céréales. D'autre part, les biotechnologies vertes sont de plus en plus appliquées dans la gestion et conservation des ressources forestières. Les biotechnologies peuvent être utilisé au secours de plusieurs espèces menacées de disparition.

Les problèmes du développement des Biotechnologies au Maroc sont liés à ceux de la recherche scientifique, de manière générale. La plupart des résultats de la

recherche scientifique restent inconnus du public et d'éventuels utilisateurs de ces produits. La conséquence en est une valorisation très limitée des résultats de la recherche scientifique. Pour remédier à cette situation non saine, il faut envisager plusieurs actions dont celle visant le développement de l'économie du savoir. L'installation de laboratoires bien équipés et le lancement d'axes de recherches en biotechnologies, sont les garants de formations supérieure de qualité en cohérence avec le concept de la formation par la recherche scientifique.

### La culture *in vitro* du palmier dattier. Un exemple réussi des biotechnologies conventionnelles vertes au Maroc.

Devant les contraintes que connaît le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et la phoeniculture au Maroc et considérant les potentialités limitées de la multiplication végétative de cette espèce par plantation des rejets, Le Maroc a jugé nécessaire le développement de la culture *in vitro* (Fig. 2). Du palmier dattier. Ceci permet de rattraper les dégâts occasionnés par des maladies comme le Bayoud, en plus de la sécheresse et la salinité. Avec le support de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) de Marrakech, l'Université Cadi Ayyad s'est lancée tôt dans la mise en place des recherches scientifiques sur la culture des tissus du palmier dattier.



**Fig. 2.** Obtentions de la culture des tissus du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). 1. Cultivar, 2. Explant, 3. Vitro-plant en tube, 4. Vitro-plants en acclimatation, 5. Vitro-plant au champ.

Parmi les thématiques de recherche nées de l'axe 'culture *in vitro* du palmier dattier', on note la recherche de milieux de culture convenables pour la culture des tissus de tous les cultivars, les recherches sur l'embryogenèse somatique et l'organogenèse, la mise en place de tests biochimique et moléculaire précoces de la conformité génétique des vitro-plants et le suivi du comportement des vitro-plants cultivés au champ). L'impact de cet axe de recherche sur la formation concerne le principe de la culture *in vitro* et la création (ou non) de variations somaclonales, les variations épigénétiques et le développement de marqueurs biochimiques et moléculaires

(protéines, enzymes et ADN). Ainsi, l'explication des 'variations épigénétiques' survenant lors de la culture *in vitro*, s'appuie sur les données relatives aux vitro-plants de palmier dattier plantés à Errachidia au Maroc et ayant fait l'objet de publication par des chercheurs de l'Université Cadi Ayyad.

### Etude de la diversité génétique des espèces comme préalable au développement des biotechnologies vertes au Maroc.

Les activités d'amélioration des plantes par des moyens variés comme les biotechnologies classiques ou moderne, requièrent des niveaux acceptables en diversité génétique, réservoir des gènes. Ainsi plusieurs espèces végétales ont connu des études approfondies quant à leur diversité génétique, exprimée sous forme de cultivars, variétés, écotypes (Fig. 3).



Pin d'Alep (*Pinus halepensis* L.)



Jojoba (*Simmondsia chinensis*)



Olivier (*Olea europaea*)



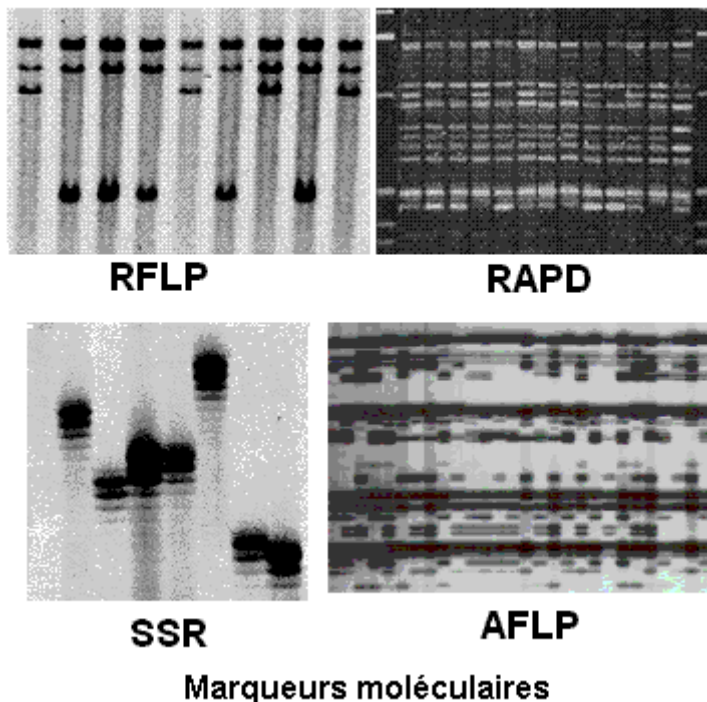
Figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*)

Espèces du genre *Atriplex*. *A. amnicola*, *A. nummularia* et *A. lentiformis*

**Fig. 3.** Exemples d'espèces de plantes sujets d'étude de la diversité génétique par les marqueurs morphologiques, biochimiques et moléculaires.

Le démarrage des recherches sur la diversité et l'amélioration génétique des plantes, a permis le développement de plusieurs types de marqueurs biochimiques et moléculaires, dont les protéines, isoenzymes, marqueurs de restriction de l'ADN (RFLP) et marqueurs basés sur la polymérisation en chaîne de l'ADN (PCR) englobant les marqueurs RAPD, SSR et AFLP (Fig. 4). L'exploitation des résultats de ces recherches scientifiques dans le domaine de l'enseignement s'est traduite par l'instauration de travaux pratiques (TP) basés sur des thématiques de recherche. Ainsi, le TP 'marqueurs de type enzymatique et à base de PCR' du semestre 5 (S5)

se déroule sur le palmier dattier comme plante locale à Marrakech en puisant dans les résultats des recherches sur cette espèce.



**Fig. 4.** Exemples de marqueurs moléculaires de types RFLP, RAPD, SSR et AFLP utilisés dans l'étude de la diversité et l'amélioration génétique des plantes.

Les recherches scientifiques réalisées à l'Université dans l'objectif de trouver des marqueurs biochimiques de la résistance du palmier dattier à la maladie du Bayoud (fusariose causée par un champignon dans le sol), ont permis de développer le modèle 'peroxydases' dans les travaux pratiques et les travaux dirigés de la filière Licence des sciences de la vie. Ainsi, les étudiants apprennent à déterminer le mécanisme de catalyse de ces enzymes (mécanisme ping-pong), cherchent à comprendre leurs structures par le programme Rastop et analysent des articles (publiés en Anglais) où les auteurs ont transformé génétiquement des plantes de tabac pour les contraindre à exprimer le gène gouvernant les peroxydases et rendre, ainsi, les plants cibles résistants aux contraintes.

#### **Extrait des publications en rapport avec les biotechnologies et le marquage biochimique et moléculaire des plantes.**

BOUDA, S., L.E. HERNANDEZ, M. BAAZIZ, F.F. DEL CAMPO, A. HADDIOUI. 2013. Variability of Natural Populations of *Atriplex Halimus* L. in Morocco as Investigated by RAPD Markers. Romanian Biotechnological Letters, Vol. 18, 8361-71.

BAAZIZ, M. & M. AZEQOUR. 2012. Variability in inflorescence and offshoot productions of date palm clones derived from tissue culture. Conference 'New Prospects for Science and Education in the MENA region', March, 9-11, 2012, Marrakech, Morocco. p 77.

DIHAZI, A., JAITI, F., TAKTAK, W., KILANI FIKI, O., JAOUA, S., DRIOUCH, A., BAAZIZ, M., DAAYF, F. & SERGHINI, M-A. 2012. Use of two bacteria for biological control of bayoud disease caused by *Fusarium oxysporum* in date palm (*Phoenix dactylifera* L) seedlings. Plant Physiology and Biochemistry 55, 7-15.

- ZAHER, H., BOULOUIH, B., BAAZIZ, M., SIKAOUI, L., GABOUN, F. & UDUPA, SM. 2011. Morphological and genetic diversity in olive (*Olea europaea* subsp. *europaea* L.) clones and varieties. *POJ* 4:370-376
- ABOHATEM, M., CHAKRAFI, F., JAITI, F., DIHAZI, A & BAAZIZ, M. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi limit incidence of *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis* on date palm seedlings by increasing nutrient contents, total phenols and peroxidase activities. *The Open Horticulture Journal* 4, 10-16.
- ABOHATEM, M., ZOUINE, J. & EL HADRAMI, I. 2011. Low concentrations of BAP and high rate of subcultures improve the establishment and multiplication of somatic embryos in date palm suspension cultures by limiting oxidative browning associated with high levels of total phenols and peroxidase activities. *Scientia Horticulturae* 130, 344-348.
- BAAZIZ, M. 2011. Reconstitution des palmeraies marocaines. Rôle de la recherche scientifique dans l'accompagnement du développement des oasis. Séminaire Protection et valorisation des écosystèmes oasiens pour un développement durable, Fam El Hisn, 27-28 Septembre, p. 8
- بعزيز م. 2011. إعادة إعمار واحات النخيل بالمغرب. دور البحث العلمي في مواكبة تنمية الواحات. ندوة حماية و ترميم النظم البيئية بالواحات من أجل تنمية مستدامة، فم الحصن، المغرب 27-28 ستمبر. ص 8.
- BOUDA, S., DEL CAMPO, F., HADDIOUI, A., BAAZIZ, M. & HERNÁNDEZ, E.E. 2008. RAPD and ITS-based variability revealed in *Atriplex* species introduced to semi-arid zones of Morocco. *Scientia Horticulturae* 118, 172-179
- KUNERT, K. J., BAAZIZ, M. & CULIS, C.A. 2003. Techniques for Determination of True-to-type Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Plants. *Emir. J. Agric. Sci.* 15 (1): 1-16.
- AZEQOUR, M., AMSSA, M. & BAAZIZ, M. 2002. Identification de la variabilité intraclonale des vitroplants de palmier dattier issus de culture *in vitro* par organogénèse. *Etude morphologique. C. R. Biologies* 325, 947-956.
- AZEQOUR, M., MAJOURHAT, K. & BAAZIZ, M. 2002. Morphological variations and isoenzyme polymorphism of date palm clones from *in vitro* culture acclimatized and established on soil in south Morocco. *Euphytica* 123, 57-66.
- HADDIOUI A. & BAAZIZ, M. 2001. Genetic diversity of natural populations of *Atriplex halimus* L. in Morocco. An isoenzyme-based overview. *Euphytica* 121, 99-106.
- BOULLI, A., BAAZIZ, M. & M'HIRIT, O. 2001. Polymorphism of natural populations of *Pinus halepensis* Mill. in Morocco as revealed by morphological characters. *Euphytica* 119, 309-316.
- BENDIAB, K., BAAZIZ, M. & MAJOURHAT, K. (1998). Date palm cultivar composition of Moroccan palm groves as revealed by leaf isoenzyme phenotypes. *Biochemical Systematics and Ecology* 26, 71-82.
- BAAZIZ, M., AISSAM, F., BRAKEZ, Z., BENDIAB, K., EL HADRAMI, I. & CHEIKH, R. 1994. Electrophoretic patterns of acid soluble proteins and active isoforms of peroxidase and polyphenoloxidase typifying calli and somatic embryos of two reputed date palm cultivars in Morocco. *Euphytica*, 76, 159-168.

BAAZIZ, M., BENDIAB, K., BRAKEZ, Z. & AIT CHITT, M. 1993. Le polymorphisme enzymatique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) utilisé comme marqueur de la conformité génétique des vitro-plants. In : *Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire des gènes ?*. AUPELF-UREF Ed. John Libbey Eurotext, Paris. pp. 155-158.

BAAZIZ, M. & SAAIDI, M. 1988. Preliminary identification of date palm cultivars by esterase isoenzymes and peroxidase activities. *Canadian Journal of Botany* 66, 89-93.

Biotechnologies, biodiversité, diversité génétique des plantes et environnement. Site web recherche de l'auteur, M. Baaziz : <http://www.biotech-ecolo.net>

Biochimie, bases, techniques et applications en biotechnologies. Site web de l'auteur, M. Baaziz : <http://www.takween.com>