

L'EXPLOITATION DU MORINGA DANS LE MONDE : ÉTAT DES CONNAISSANCES ET DÉFIS À RELEVER

Saint Sauveur Dr Armelle de

Directrice des Programmes, PROPAGE, 211 rue du Faubourg Saint Antoine, 75011 Paris, FRANCE.

Tel : +33 1 43 70 59 32 Fax: +33 1 40 09 04 79 E-mail : asauveur@wanadoo.fr

<http://www.treesforlife.org/our-work/our-initiatives/moringa/francais-1/moringa-resources>

Réseau Moringa : <http://www.moringanews.org/>

A- PRODUIRE DU MORINGA

Il est relativement facile de faire pousser du Moringa, ce qui explique peut-être pourquoi les institutions de recherche n'ont pas beaucoup travaillé sur les techniques de culture du Moringa et leur amélioration, à l'exception de l'Université Agricole du Tamil Nadu en Inde. Il semble que la culture du Moringa est à chaque fois réinventée par les organisations et entreprises intéressées, selon le produit qu'elles recherchent et les conditions locales. L'information disponible sur la culture du Moringa concerne presque exclusivement le *Moringa oleifera*, et surtout ses méthodes de propagation. En revanche, on sait très peu de choses sur la gestion des plantations, en particulier à moyenne et grande échelle (un hectare ou plus). Dans cet atelier, nous essayerons de combler cette lacune en fournissant des données sur la production à grande échelle de gousses sèches de *M. oleifera* en Tanzanie (M. Creighton), la production de gousses vertes à moyenne échelle en Inde (M. Rajangam, M. Vedamuthu), la production à petite échelle de feuilles au Niger (Mme Gamatié), la production à grande échelle de feuilles au Nicaragua (M. Foild). Nous présenterons également des informations inédites sur la culture du *Moringa stenopetala* par le peuple Konso en Ethiopie (Mlle Demeulenare).

1. Mieux connaître les systèmes agricoles existants, source de connaissances peu exploitée

Les agriculteurs, agents de développement et scientifiques du Sud de l'Inde ont beaucoup de connaissances sur la culture du *Moringa oleifera*, les gousses vertes étant couramment consommées dans le pays et même exportées. Les systèmes indigènes de culture du Moringa, que j'ai eu la chance de décrire en 1991 (Saint Sauveur, 1992), impliquaient des pratiques agroforestières intéressantes, telles que des parcs à Moringa, qui mériteraient d'être mieux connues et développées.

La tendance actuelle en Inde est de remplacer ces systèmes par du Moringa en monoculture dite "annuelle"¹. Comme Dr Rajangam vous l'exposera plus tard, une variété spécifique de *Moringa oleifera* a été mise au point par l'UATN (Univ. Agri. du Tamil Nadu) pour cet usage. Les nouveaux systèmes cultureux mis en place en Inde sont donc particuliers et pas directement applicables au *M. oleifera* pérenne cultivé ailleurs dans le monde, par exemple au Kenya et en Tanzanie.

Cependant, d'autres aspects de la culture, bien maîtrisés par les agronomes et les agriculteurs indiens, peuvent être diffusés : la conservation des graines, les besoins agronomiques et les

¹ En réalité l'arbre est cultivé de 2 à 4 ans, avant d'être arraché.

techniques de gestion des arbres telles que la taille, le pinçage et le recépage. Il serait intéressant d'utiliser ces techniques améliorées dans d'autres contextes, y compris l'agroforesterie avec les Moringa pérennes, en Inde et dans d'autres pays. L'expérience approfondie de l'Inde dans la culture et le commerce du Moringa peut aussi contribuer à développer la production de graines ou de feuilles, deux objectifs qui commencent à intéresser les Indiens eux-mêmes.



Photo 1 : Parc à *Moringa oleifera* avec sorgho dans le Tamil Nadu, Inde

Des systèmes efficaces de culture du Moringa existent aussi au Niger et au nord du Nigeria. Leur but est la production de feuilles pour la consommation humaine, et ils constituent une activité lucrative pour les agriculteurs qui ont accès à l'irrigation. Ils comprennent la monoculture à forte densité d'arbres sur de petites surfaces, mais aussi divers modèles agroforestiers comme la culture en allées avec des céréales ou des légumes, des vergers mixtes, des **haies vives** autour de champs de coton. PROPAGE fut le premier à décrire ces pratiques culturales en 1991 (Saint Sauveur, Gamatié et Seyni, 1992), et une autre étude conduite en collaboration avec l'INRAN en 1999 (Hartout, Abasse et Gamatié, 1999) vous sera présentée par Madame Gamatié, Monsieur Abasse et Monsieur Bonkougou. Cependant, les agriculteurs du Niger pourraient contribuer bien davantage à la somme de connaissances sur le Moringa si des programmes de recherche et de développement à plus long terme étaient conduits en collaboration avec eux. Les systèmes mis au point par les fermiers nigériens sont nécessairement adaptés à leurs capacités et à leurs contraintes. S'appuyer sur ces modèles peut constituer une approche appropriée pour améliorer et étendre la production de feuilles en Afrique de l'Ouest.

Des agriculteurs kényans produisent des gousses vertes pour la communauté asiatique présente dans ce pays. Dr Odee estime le nombre de producteurs de Moringa à 2000, principalement des petits agriculteurs mais aussi quelques grosses exploitations. Les petits fermiers cultivent le Moringa en association avec d'autres espèces. Ces agriculteurs ont une bonne connaissance de la culture du Moringa dans un contexte de culture pluviale en zone sèche, et leur savoir faire pourrait être davantage valorisé.

Moringa stenopetala n'est cultivé que dans une région d'Éthiopie, et Mlle Demeulenaere nous présentera ce qu'elle a pu y observer. Une étude plus approfondie centrée sur la production de feuilles de *M. stenopetala* dans le pays Konso nous apprendrait beaucoup sur cette espèce de

Moringa qui n'est pas cultivée à des fins de production dans d'autres parties du monde, malgré son potentiel pour fournir des feuilles et des graines.

2. La sélection et la propagation d'espèces et variétés de Moringa

Le Moringa est un arbre à pollinisation croisée, ce qui entraîne une très forte hétérogénéité de formes et de rendements à l'intérieur de chaque espèce. Cinq populations kenyanes testées par le KEFRI (Dr Odee) en utilisant des marqueurs moléculaires ont montré une grande variation génétique entre elles et même au sein de chaque population. Pour produire la variété PKM1 améliorée, les chercheurs de Horti Nursery Networks ont dû éliminer 65% de plants hors type en première génération.

On trouve maintenant *Moringa oleifera* dans tant de pays tropicaux que le nombre de populations locales et la diversité génétique doivent être très élevés. En Inde, l'UATN possède une collection de 85 écotypes. Cependant, il n'est pas sûr que l'espèce existe encore à l'état sauvage dans **son aire d'origine au nord de l'Inde**. Selon Mark Olson, du Missouri Botanical Garden, qui a analysé plus de 1500 caractères sur 13 espèces de Moringa, c'est parmi les populations sauvages de *M. oleifera* que l'on pourrait trouver la plus forte variabilité génétique. Les contacts établis par PROPAGE avec un correspondant dans le Terai (la région d'origine du *Moringa oleifera*) n'ont pas permis d'élucider ce point, car d'après notre informateur², il ne reste pratiquement plus de forêts naturelles et aucune documentation sur la présence de Moringa n'a pu être trouvée.

La diversité génétique du Moringa est l'un des nombreux problèmes que les agriculteurs rencontrent quand ils sèment des graines. Même dans les petites exploitations, les différences de vitesse de croissance, d'âge de première fructification et de rendement peuvent rendre la production difficile. A plus grande échelle, comme en Tanzanie et au Nicaragua, l'hétérogénéité occasionne des coûts élevés car certains arbres doivent être arrachés et d'autres sont éliminés par la compétition naturelle des plants plus vigoureux.

La domestication de *M. oleifera* et *M. stenopetala* a commencé dans une certaine mesure. Les fermiers du Niger et d'Éthiopie ont sélectionné les arbres selon la douceur de leurs feuilles (Gamatié, Demeuleraere). En Inde, les agriculteurs sélectionnent sur la taille, la douceur et la tendreté du fruit, ce qui a créé un certain nombre d'écotypes bien connus (Jaffna, Mulanoor, etc.) propagés principalement par boutures. D'autres pays ont peut-être des types localement sélectionnés, mais ceci devrait être vérifié. Actuellement, les seules deux variétés pures semblent être PKM1 et PKM2 produites en Inde pour un usage très spécifique (culture annuelle, production de fruits verts). Les sélectionneurs et agriculteurs indiens ne favorisant pas le nombre et la taille des graines mais au contraire la chair de la gousse, leurs variétés ne paraissent pas adaptées à la production d'huile et de floculant.

La propagation végétative du *Moringa oleifera* par boutures n'est possible qu'avec de **grosses branches**, ce qui limite l'utilisation de cette technique dans le cas de plantations à moyenne et à grande échelle. Les agronomes indiens ont entrepris une sélection massale et peuvent maintenant fournir des graines de PKM1 et PKM2. Ces deux variétés ont été créées sur une durée totale de 10 ans. La culture in vitro est également une option qui a été tentée avec succès par plusieurs institutions à l'échelle expérimentale (KEFRI au Kenya, Univ. de Lomé au Togo, Horti Nursery Networks en Inde). Cette technique pourrait être utile pour accélérer la sélection, par exemple pour obtenir un stock de génotypes intéressants qui pourraient être plantés ensemble pour s'hybrider et faire l'objet d'une sélection massale ultérieure.

Le greffage et l'hybridation entre espèces différentes de Moringa constituent également des sujets de recherche appliquée potentiellement intéressants, puisque la croissance rapide du

² Jochen Statz, Université de Freiburg, Allemagne, en poste au Terai.

M. oleifera semble éclipser les qualités des espèces à croissance plus lente. Par exemple, de grosses feuilles et de gros fruits de *M. stenopetala* pourraient être obtenus sur un tronc de *M. oleifera* à croissance rapide. L'hybridation de *M. oleifera* avec *M. stenopetala* a été réalisée par l'UATN avec succès : l'hybride F1 a atteint 3-4 mètres en un an et a produit une récolte précoce de grosses graines. Des espèces de Moringa moins connues, comme les *M. drouhardii* et *hildebrandtii* de Madagascar, sont très résistants à la sécheresse, une caractéristique intéressante pour beaucoup de régions.

3- La culture du Moringa

En dehors de la culture du *M. oleifera*, qui sera exposée ci-après, il est important de relever que la culture du *M. stenopetala* pour produire des feuilles a été réalisée avec succès par Mme et M. Warndorff, de Binga Trees au Zimbabwe, et que la **société Pronatex, à Madagascar, cultive du *M. drouhardii* pour commercialiser son huile dans l'industrie cosmétique**. Les graines de *M. drouhardii* sont semées dans une parcelle fertile et les jeunes plants sont transplantés facilement, sans irrigation dans un sol plus pauvre et plus sec à la saison des pluies. Le *M. drouhardii* fructifie à trois ans, quand il atteint une taille de 3 à 4 mètres.

Les techniques de culture du Moringa diffèrent beaucoup selon le produit récolté : fruits verts, fruits secs (pour les graines) ou feuilles. En conséquence, une production mixte, par exemple feuilles et fruits, serait difficile dans l'état actuel des connaissances. Les principales questions qui nécessiteraient d'être débattues durant l'atelier sont : la densité de plantation, les techniques de gestion des arbres, la fertilisation et l'irrigation, le contrôle des maladies et ravageurs, les interactions arbres-cultures et la durée de production des arbres.



Photo 2 : Arbres de *Moringa drouhardii* âgés de 1 et 2 ans près de Fort Dauphin, Madagascar.

Les densités optimales varient beaucoup entre la production de feuilles - où elles peuvent atteindre un million de plants/ha - et la production de fruits, où les densités élevées affectent négativement les rendements. Les densités d'arbres optimales dépendent aussi de la présence ou non de cultures intercalaires, de mécanisation, de plans de taille et de recépage, etc. Les techniques de **gestion des arbres**, c'est-à-dire la taille, le pinçage et le recépage, sont

des éléments cruciaux pour améliorer les rendements mais aussi pour faciliter la récolte et rendre possible les cultures intercalaires éventuelles. Les participants à cet atelier ont beaucoup à échanger sur ces questions de densité et de gestion des arbres, et des recommandations claires pourront certainement être faites d'après leur expérience. **La fertilisation et l'irrigation** sont des questions plus délicates, car peu de recherches ou même d'observations ont été faites pour l'instant sur l'impact de ces intrants sur la croissance et les rendements, excepté peut-être pour le Moringa annuel indien. La production de Moringa biologique commence à être développée en Inde par Horti Nursery Networks, une initiative intéressante lorsque l'on sait que les produits du Moringa - feuilles, floculant - sont souvent promus comme sains et naturels. La protection contre les **maladies et ravageurs** est systématique en Inde, mais dans les autres pays elle est effectuée de façon ponctuelle quand les problèmes se posent. Ce sont principalement des attaques d'insectes, en particulier des chenilles. Les maladies et ravageurs diffèrent d'un pays à l'autre, et les plantations à grande échelle sont pour l'instant peu nombreuses, mais plus d'attention devra être consacrée aux prédateurs du Moringa car ils pourraient causer des dommages importants dans un futur proche. La protection des arbres de Moringa contre les ruminants est également une nécessité. Les fermiers nigériens ont trouvé une solution en construisant des clôtures faites avec les branches issues de la taille des Moringa.

Des données doivent être collectées sur les **interactions arbres-cultures**, dans les systèmes agroforestiers impliquant le Moringa. Les participants à l'atelier doivent avoir des expériences à échanger sur ce sujet, et des informations complémentaires pourraient être recueillies auprès des petits agriculteurs du Niger, d'Éthiopie et d'Inde, par exemple.

La durée de production des arbres est un point d'interrogation majeur pour la culture pérenne du Moringa. Au Niger, les fermiers en semblent pas avoir assez de recul sur cette culture pour savoir combien de temps elle peut durer. En Inde, beaucoup de fermiers ont répondu qu'après 15 ans, les arbres devaient être éliminés (Saint Sauveur, 1992). En conditions commerciales avec recépage chaque année, personne ne connaît la durée de vie des arbres. Les participants à l'atelier pourront peut-être échanger des informations sur ce sujet afin que les fermiers et les investisseurs sachent combien d'années ils peuvent espérer que leur plantation produise.

Les méthodes de récolte, en particulier pour la production de feuilles, peuvent aussi être débattues. Au Niger, les feuilles sont cueillies une par une par le rachis, tandis que le projet du Church World Service au Sénégal taille les arbres à 75 cm du sol et qu'au Nicaragua, les arbres sont coupés à 20 cm du sol. Les expérimentations conduites par l'INRAN sur cette question seront présentées par Monsieur Abasse. La disponibilité en main d'œuvre, son coût et la possibilité de mécaniser certaines tâches sont des questions clef à prendre en compte pour le choix d'une méthode de récolte. En Tanzanie, la récolte de fruits de Moringa intervient au moment de la plus grosse pointe de travail de l'année agricole, le semis du maïs, ce qui est une contrainte majeure, mais la récolte mécanisée n'est pas pour l'instant envisageable.



Photo 3 : Un champ de *Moringa oleifera* protégé par une clôture en branches de Moringa près de Niamey, Niger.

Les méthodes de récolte, en particulier pour la production de feuilles, peuvent aussi être débattues. Au Niger, les feuilles sont cueillies une par une par le rachis, tandis que le projet du Church World Service au Sénégal taille les arbres à 75 cm du sol et qu'au Nicaragua, les arbres sont coupés à 20 cm du sol. Les expérimentations conduites par l'INRAN sur cette question seront présentées par Monsieur Abasse. La disponibilité en main d'œuvre, son coût et la possibilité de mécaniser certaines tâches sont des questions clef à prendre en compte pour le choix d'une méthode de récolte. En Tanzanie, la récolte de fruits de Moringa intervient au moment de la plus grosse pointe de travail de l'année agricole, le semis du maïs, ce qui est une contrainte majeure, mais la récolte mécanisée n'est pas pour l'instant envisageable.

Plus généralement, les connaissances économiques sur la production de Moringa sont encore à leurs balbutiements. Pratiquement aucuns coûts de production ne sont disponibles, sauf pour le Moringa indien annuel et les chiffres obtenus par Optima of Africa. Dans ces deux cas, un suivi attentif des petits agriculteurs concernés serait nécessaire pour vérifier que leurs coûts de production sont conformes à ceux que les promoteurs de la culture ont calculé. Dans beaucoup de pays représentés à cet atelier, les chiffres sur les rendements, les coûts et les bénéfices doivent être collectés, enregistrés et comparés. Nous espérons avoir une première évaluation pendant les ateliers en groupe cette semaine. Pendant des années, les rendements à l'hectare ont été extrapolés à partir de la production d'arbres individuels. Maintenant, nous avons de vraies plantations à observer, et les résultats de production ne sont pas ceux qui avaient été estimés. Nous devons clarifier les rendements qui peuvent être obtenus dans chaque contexte déterminé en terme de surface (si des feuilles sont produites au Niger sur 200 m², des rendements par hectare sont irréalistes), de densité, d'intrants *etc.*

B- PRODUCTION ET COMMERCIALISATION DE L'HUILE

La production d'huile est l'un des domaines prometteurs pour l'exploitation économique du Moringa. La composition de l'huile est exceptionnelle en terme de stabilité : la société Jan Dekker International a mené des tests d'oxydation qui ont montré que les huiles de *M. oleifera* et de *M. peregrina* étaient stables à 100°C pendant 80 heures, alors que l'huile d'amandes douces l'est pendant 5 heures et l'huile d'olive vierge pendant 40 (Le Poole, 1995). Cette

qualité est intéressante pour les fabricants de cosmétiques et d'autres industriels. Horti Nursery, en Inde, vend de l'huile de *M. oleifera* à des agences spatiales et a été contactée par un fabricant japonais d'additifs pour lubrifiants. L'huile de Moringa a également de grandes qualités diététiques, puisque **sa composition en acides gras est très similaire à celle de l'huile d'olive**. Beaucoup d'analyses d'huiles sont disponibles, mais on sait peu de choses sur les technologies d'extraction et sur la toxicologie.

Plusieurs ONG présentes à l'atelier ont essayé de développer des technologies d'extraction d'huile pour offrir un nouveau débouché aux fermiers. Des entreprises comme Optima of Africa en Tanzanie, Pronatex à Madagascar et Horti Nursery Networks en Inde ont créé des plantations et passé des contrats avec des agriculteurs pour produire des graines dont ils extraient l'huile. Dans la plupart des cas, les ONG et les sociétés ont rencontré des problèmes en termes de technologies et de marchés.

Extraire de l'huile de Moringa avec une simple presse n'est pas une tâche facile, presque toutes les organisations rencontrent des problèmes techniques : blocage dû à des graines immatures (les graines n'étant pas toutes au même degré de maturité dans la gousse), polymérisation, très faible productivité par jour, taux d'extraction bas, processus de filtration long et fastidieux... Le résultat est que l'huile actuellement disponible sur le marché l'est en faibles volumes et à des prix élevés qui ne peuvent intéresser que l'industrie cosmétique. L'huile de Moringa produite en Inde est vendue entre 150 et 550 USD par litre, l'huile de Binga Trees en Tanzanie est exportée vers l'Afrique du Sud pour 15 USD/kg.

Le prix des graines est également l'une des causes du prix élevé de l'huile. Les rendements en graines ne sont pas très élevés, donc le prix par kilo doit être suffisamment attractif pour les agriculteurs. Au Sénégal, les graines sont achetées aux fermiers par AGADA à 500 FCFA/kg; au Zimbabwe Binga Trees les achète à trois fois le prix du maïs, un peu moins d'un dollar. Dans les pays où les feuilles ou les fruits verts sont des productions rentables pour les fermiers, les graines sont difficilement concurrentielles par rapport à ces produits.

L'atelier doit clarifier un certain nombre de questions concernant la production et la commercialisation de l'huile :

- Quelles sont les espèces de Moringa les plus adaptées à la production d'huile ?
- Quelles sont les meilleures méthodes de production de graines et quels rendements peuvent être escomptés ?
- Quelles évaluations économiques sont disponibles sur la production et la transformation des graines ?
- Quel est l'état des connaissances sur les technologies d'extraction d'huile ?
- Quels sont les marchés possibles pour l'huile de Moringa et que faut-il faire pour pénétrer ces marchés ?

C- UTILISER LES GRAINES DE MORINGA COMME SOURCE DE FLOCCULANT

Le traitement de l'eau est peut-être le potentiel le plus spectaculaire du Moringa. Les graines de diverses espèces de Moringa (en particulier *Moringa oleifera* et *M. stenopetala*) contiennent un polyelectrolyte cationique qui a prouvé son efficacité dans le traitement des eaux, en tant que substitut du sulfate d'alumine et d'autres flocculants. Cette propriété a plusieurs avantages : 1) Le flocculant issu du Moringa peut constituer un substitut produit localement aux flocculants importés, réduisant ainsi les dépenses en devises des pays du Sud; 2) Le flocculant de Moringa, contrairement au sulfate d'alumine, est complètement biodégradable; 3) Le flocculant de Moringa est plus facile et plus sûr à utiliser que les

floculants chimiques car son efficacité ne dépend pas du pH et le surdosage ne diminue pas son activité ni ne cause de toxicité.

Comme le floculant est une protéine, on le trouve dans le tourteau après extraction d'huile, ce qui rend possible une double valorisation des graines. De plus, **extraire l'huile améliore l'efficacité du floculant** car lorsque la poudre de graine brute est utilisée, les matières grasses qu'elle contient provoquent sa flottaison et le bouchage des filtres.

Plusieurs organisations (Optima, Biomasa, BHD entre autres) ont isolé le polyélectrolyte actif pour faciliter son usage dans les usines de traitement des eaux. La poudre de graine brute est également utilisable mais elle est difficile à stocker (en termes de volume et de conservation) et elle cause des problèmes techniques dans les usines, comme le Dr Sutherland vous l'expliquera. La production du polyélectrolyte en réacteurs bactériens a aussi été tentée par BHD. L'idée est d'inoculer le gène codant pour cette protéine active dans les bactéries, qui produisent alors le floculant. L'expérience fut réussie, mais trop chère pour une valorisation industrielle (Broin et Joet).

Comme les boues résultant du traitement des eaux avec la protéine purifiée de Moringa sont plus compactes que celles obtenues avec des floculants chimiques, elles sont plus faciles à évacuer des usines de traitement (Folkard et Sutherland, 1995). La réduction du volume des boues étant l'un des thèmes de recherche principaux des fabricants de floculants (Mottot, Rhodia, comm.pers.), cette caractéristique peut être d'un grand intérêt pour eux. Un autre sujet de recherche est la production de floculants facilement biodégradables, afin qu'aucun déchet toxique ne s'accumule dans les boues. Le Moringa a un potentiel dans ce domaine également. Tandis que les boues chimiques provoquent des pollutions, celle du Moringa peut être utilisée comme fertilisant (Folkard et Sutherland, 1995). Des essais sont en cours pour utiliser la boue produite par la poudre de graine (donc riche en amidon) comme source de biogaz (Tallec). Pour l'industrie alimentaire et du papier, des floculants naturels non toxiques sont utilisés (par exemple la gomme guar). Les prix sont beaucoup plus élevés que pour le traitement de l'eau potable, et cela peut constituer un marché de niche à forte valeur pour le floculant de Moringa.

Le sulfate d'alumine est dangereux au-delà d'un dosage de 220mg/l selon l'OMS (Jahn, 1999). Quand la turbidité est trop forte, ce qui est souvent le cas dans les pays tropicaux, un pré-traitement par sédimentation est donc nécessaire. Le Moringa au contraire est particulièrement efficace pour traiter les eaux très turbides, et les fortes doses ne sont pas toxiques. Le sulfate d'alumine est aussi de plus en plus critiqué à cause des résidus qui se retrouvent dans l'eau de boisson. Des études ont montré que l'aluminium est toxique pour les poissons, crustacés, mollusques et certains insectes (Hermann 1991 in Jahn 1999). Des expérimentations animales et des études statistiques ont aussi montré que de hauts niveaux d'aluminium soluble dans l'eau de boisson pouvaient être reliés à des maladies neurodégénératives comme Alzheimer (Bernstein et al., 1992 in Jahn, 1999; Chantrel, Office International de l'Eau, pers. comm. 2001). L'aluminium dissous est particulièrement dangereux pour les patients subissant des hémodialyses, même au taux autorisé de 50 mg/l (Packham and Ratnayaka 1992 in Jahn, 1999). Après plusieurs cas d'effets irréversibles et de morts, les méthodes de dialyse ont été modifiées (Chantrel, OIE, pers. comm. 2001). D'autres options existent pour remplacer le sulfate d'alumine ou pour réduire son utilisation, comme les polymères de synthèse, le traitement à l'ozone ou la filtration membranaire, mais ces procédés sont très chers.

Il n'y a aucun doute sur le fait que l'extrait de graines de Moringa soit un floculant intéressant, alors pourquoi n'est-il pas encore utilisé ? La molécule a été décrite et purifiée, l'efficacité floculante de la poudre de graine démontrée, des études toxicologiques ont même été conduites, des stations pilote construites et utilisées avec succès, alors maintenant, quelle est la prochaine étape ?

Il y a d'abord une question d'échelle : le flocculant doit-il être utilisé au niveau des ménages, à l'échelle d'un village ou d'une petite ville, ou comme une matière première nationale ou internationale ? Au début, il semblait que les graines de Moringa pouvaient procurer de l'eau propre et saine aux foyers ruraux qui n'y ont pas accès. Mais après avoir rencontré beaucoup de problèmes, l'instigatrice de l'idée elle-même, Mme Jahn de la GTZ, reconnaît que l'utilisation de la méthode au niveau des ménages peut-être problématique, pour des raisons de dosage aléatoire, de défauts d'agitation, de pollution par les récipients et les ustensiles (Jahn, questionnaire renvoyé à PROPAGE, 2001). AGADA au Sénégal et Binga Trees au Zimbabwe ont rencontré des difficultés similaires : le traitement de l'eau prend longtemps (1h30) et doit être fait chaque jour par la famille, parce que **l'eau ne peut être stockée** plus longtemps sans être contaminée. Les gens ne sont pas toujours prêts à consacrer autant d'efforts pour avoir une eau meilleure. **Les bactéries ne sont pas tuées par le traitement** et peuvent être consommées si le sédiment n'est pas éliminé correctement.

Le stade suivant serait d'établir de petites stations de traitement pour fournir de l'eau à quelques milliers de personnes. Le problème dans ce cas semble résider dans le fait que ces stations n'existent pas et devraient être construites, que l'eau devrait être vendue, et que la question de la faisabilité économique n'est pas claire. Nous espérons que les participants à l'atelier pourront réunir leurs données et leurs expériences pour fournir une réponse sur ce point. Quelle production d'eau est réaliste, avec quelle surface de plantation de Moringa, quel degré de transformation de la graine, quels opérateurs, et à quel coût ?

Ensuite vient l'échelle industrielle, dans laquelle Optima est engagé. A cette échelle, l'approvisionnement en graines est la première contrainte à lever, suivie par la transformation des graines car il est difficile de stocker un matériau aussi volumineux. De plus, l'industrie a besoin d'un produit propre et purifié pour que les installations existantes n'aient pas à être modifiées. Nikolaus Foild, au Nicaragua, a aussi progressé vers l'utilisation industrielle du flocculant et il propose quelques marchés intéressants pour ce produit : séparation des tannins dans la production de jus de pomme, vinification, production de spiruline, traitement des eaux usées pour en faire des engrais.

D- LE MORINGA POUR LA NUTRITION ET LA SANTE

Moringa oleifera et *Moringa stenopetala* sont cultivés comme plantes alimentaires par les agriculteurs d'Inde, du Niger, du Kenya et d'Éthiopie, et des *M. oleifera* sont plantés dans les cours ou comme haies vives dans de nombreux pays comme source de feuilles, fruits et produits médicinaux. Les qualités alimentaires exceptionnelles des feuilles de Moringa (très fortes teneurs en vitamines, minéraux et protéines) ont suscité beaucoup d'intérêt de la part d'ONG et d'autres institutions impliquées dans la lutte contre la malnutrition.

Church World Service est très actif dans ce domaine et Lowell Fuglie vous présentera comment la poudre de feuilles de Moringa est utilisée dans les maternités au Sénégal, pour améliorer l'alimentation des femmes et des bébés. CWS et ses partenaires africains promeuvent aussi la consommation de feuilles de Moringa auprès des ménages ruraux pour prévenir la malnutrition.

International Eye Foundation et Helen Keller International, deux ONG impliquées dans la lutte contre la Déficience en Vitamine A (VAD), utilisent les feuilles de Moringa comme source de précurseur de Vit. A. La biodisponibilité du bêta carotène (le précurseur) des feuilles fraîches et déshydratées de *Moringa oleifera* a été testée sur des rats et les résultats paraissent bons (Nambiar and Seshadri, 2001). Cependant, aucune donnée sur le pourcentage d'absorption et de rétention du bêta carotène contenue dans les feuilles de Moringa ne semble exister. De plus, il apparaît que la conversion du bêta carotène contenu dans les feuilles vertes en vitamine A n'est pas aussi efficace que prévu (Delisle et al., 1997). La disponibilité du

calcium des feuilles de Moringa (mélangées avec *Amaranthus tricolor*) a également été testée, et les résultats indiquent que l'absorption et la rétention du calcium sont respectivement de 75.5 % et 60%, car les oxalates inhibent une partie de l'absorption intestinale du calcium (Pankaja and Prakash, 1994). Ces chiffres doivent être pris en considération lorsque l'on calcule les apports minéraux des feuilles de Moringa.

Il existe une vaste somme de connaissances locales sur les propriétés médicinales des espèces de Moringa, et beaucoup de résultats scientifiques sont aussi disponibles, mais à notre connaissance, il n'existe pas d'applications industrielles. La médecine traditionnelle indienne (Ayurveda, Siddha et Unani) est particulièrement riche en informations sur les propriétés du *Moringa oleifera*, comme le Dr Rajangam nous le montrera. Des molécules originales telles que la **pterygospermine**, un antibiotique, ont été identifiées par analyse chimique et beaucoup de recherches pharmaceutiques ont confirmé ce que les pratiques traditionnelles indiquaient.

Parmi ces résultats, on peut citer l'effet hypocholestérolémique des feuilles de *M. oleifera* (Ghasi et al., 2000), l'activité contraceptive des racines de *M. oleifera* (Shukla and al., 1988), l'activité hypotensive de certains composants identifiés des feuilles (Faisi et al., 1994) et des fruits (Faisi et al., 1998) de Moringa, l'effet anti-ulcéreux des boutons floraux de *M. oleifera* (Aktar and Ahmad, 1995), l'effet anti-tumoral des feuilles de *M.oleifera* (Murakami et al., 1999; Guevara et al., 1999), l'activité antispasmodique de l'extrait de feuilles de *M. stenopetala* (Mekonnen, 1999a), l'effet antitrypanosomique des feuilles et racines de *M. stenopetala* (Mekonnen, 1999b).

Plusieurs participants à cet atelier se sont engagés récemment dans un programme de recherche sur l'utilisation des feuilles de *Moringa oleifera* comme stimulant immunitaire pour les personnes atteintes du VIH. Le programme, lancé par CWS, implique l'Université de Stellenbosch en Afrique du Sud. M.Burger vous en dira davantage dans l'atelier sur la nutrition et la santé. Au Zimbabwe également, la poudre de feuilles de Moringa est utilisée par les gens atteints du VIH (Binga Trees).

La poudre de feuille de Moringa a le potentiel pour devenir un aliment médical ou "alicament" d'usage courant, aussi bien dans les pays industrialisés que non industrialisés. Dans les pays producteurs, elle peut être bon marché et facile à utiliser, tandis que dans les pays du nord, elle peut trouver une place dans le marché de la médecine et de l'alimentation naturelles, comme la spiruline l'a fait. Cependant, quelques questions doivent être d'abord réglées:

- Comment accroître la production de feuilles dans les pays où des programmes de nutrition sont en cours ? Au Sénégal, la pénurie de feuilles est une contrainte pour les projets .
- Pour avoir un meilleur impact, les programmes initiés par les ONG devraient recevoir davantage de soutien des systèmes de santé institutionnels. Les organisations internationales comme l'UNICEF, l'OMS, l'UNHCR etc. devraient être informés sur le potentiel du Moringa pour leurs programmes. Des stratégies devraient être élaborées pour les impliquer davantage.
- La transformation est souvent un goulet d'étranglement pour la disponibilité en poudre de feuilles. La mécanisation de certaines étapes de transformation pourrait être envisagée, des technologies appropriées développées, et les conditions de stockage et de conservation améliorées. Nous espérons obtenir des propositions des participants à l'atelier sur ces aspects.

- Les conditions économiques de la production de feuilles, de leur transformation et de leur vente doivent être évaluées, en fonction des divers objectifs possibles (utilisation locale ou exportation).

CONCLUSION

Les quatre thèmes autour desquels est construit ce discours sont interdépendants, et beaucoup d'entre vous ont une connaissance pluridisciplinaire sur le Moringa, parce que votre expérience pratique l'a rendu nécessaire. Bien que des questions spécifiques doivent être résolues pour chaque sujet, comme celles des technologies, des recherches scientifiques ou des études de marché, une approche globale est fondamentale pour développer la production, la transformation et la commercialisation des produits du Moringa. Lorsque l'on se penche sur les questions économiques, il est clair que beaucoup d'aspects interagissent. Par exemple, la production d'huile dépend du prix des graines, qui résulte du contexte socio-économique rural et des techniques agricoles. L'utilisation du flocculant est plus efficace et rentable si elle est couplée avec l'extraction d'huile. L'usage des feuilles contre la malnutrition implique un bon approvisionnement en poudre de feuilles mais aussi un soutien institutionnel et le développement de technologies. L'objectif de l'atelier est de produire des projets concrets qui intègrent les nombreuses facettes de l'exploitation du Moringa. Cette réunion est une occasion pour que des gens aux compétences variées forment des équipes et élaborent des actions coordonnées.

BIBLIOGRAPHIE

- Akhtar AH, Ahmad KU., 1995. Anti-ulcerogenic evaluation of the methanolic extracts of some indigenous medicinal plants of Pakistan in aspirin-ulcerated rats. *J Ethnopharmacol.* 46(1): 1-6.
- Chantrel P., Office International de l'Eau, pers. comm. 2001.
- Delisle et al., 1997. Teneur en provitamine A de feuilles vertes traditionnelles du Niger. *Cahiers d'Agriculture* 6 : 553-560.
- Faizi S, Siddiqui BS, Saleem R, Aftab K, Shaheen F, Gilani AH., 1998. Hypotensive constituents from the pods of *Moringa oleifera*. *Planta Med.* 1998 Apr;64(3):225-8.
- Faizi S, Siddiqui BS, Saleem R, Siddiqui S, Aftab K, Gilani AH., 1994. Isolation and structure elucidation of new nitrile and mustard oil glycosides from *Moringa oleifera* and their effect on blood pressure. *J Nat Prod.* 57(9): 1256-1261.
- Folkard and Sutherland, 1995. Moringa seed, a natural coagulant for water treatment. Unpublished paper.
- Ghasi S, Nwobodo E, Ofili JO., 2000. Hypocholesterolemic effects of crude extract of leaf of *Moringa oleifera* Lam in high-fat diet fed wistar rats. *J Ethnopharmacol.* 69(1): 21-25.
- Guevara AP, Vargas C, Sakurai H, Fujiwara Y, Hashimoto K, Maoka T, Kozuka M, Ito Y, Tokuda H, Nishino H., 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutat Res.* 440(2): 181-188.
- Hartout G., Abasse T. et Gamatié M., 1999. Etude des systèmes agroforestiers à base de *Moringa oleifera* au Niger. Rapport PROPAGE-INRAN, 41 p.
- Jahn S.A., 1999. From clarifying pearls and gems to water coagulation with alum. *Anthropos* 94: 419-430.
- Le Poole H.A.C., 1995. Behen oil, a classic oil for modern cosmetics. Report to Jan Dekker International, 10 p.

- Mekonnen Y, Yardley V, Rock P, Croft S., 1999b. In vitro antitrypanosomal activity of *Moringa stenopetala* leaves and roots. *Phytother Res.* 13(6): 538-539.
- Mekonnen Y., 1999a. Effects of ethanol extract of *Moringa stenopetala* leaves on guinea-pig and mouse smooth muscle. *Phytother Res.* 13(5): 442-444.
- Mottot Y. Process Development Eco services, Rodhia, pers. comm. 2000.
- Nambiar V.S., Seshadri S., 2001. Bioavailability trials of beta-carotene from fresh and dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*) in a rat model. *Plant Foods Hum Nutr.* 56(1): 83-95.
- Pankaja N, Prakash J., 1994. Availability of calcium from kilkeerai (*Amaranthus tricolor*) and drumstick (*Moringa oleifera*) greens in weanling rats. *Nahrung.* 38(2): 199-203.
- Saint Sauveur (de) A., 1992. Le *Moringa oleifera*, arbre fruitier tropical. Étude agro-économique des systèmes de culture du Moringa en Inde du Sud. Rapport au Ministère Français de la Coopération, PROPAGE, 33 p.
- Saint Sauveur (de) A., Gamatié A., Seyni H., Boukata B., 1992. Le Moringa au Niger, ou quand les agriculteurs préfèrent planter des arbres. Étude agro-économique d'une production agricole méconnue. Rapport au Ministère Français de la Coopération, PROPAGE, 20 p.
- Shukla S, Mathur R, Prakash AO., 1988. Antifertility profile of the aqueous extract of *Moringa oleifera* roots. *J Ethnopharmacol.* 22(1): 51-62.