

Compostage et valorisation des déchets oasiens pour l'amélioration des sols et de la productivité

Bouhaouach H. *, Culot M.* et Kouki K.**

* Laboratoire d'écologie microbienne et épuration des eaux à la faculté universitaires des sciences agronomiques de Gembloux - Belgique

** Laboratoire des cultures maraichères à l'institut National Agronomique de Tunisie INAT, Bouhaouach.h@fsagx.ac.be

Résumé

Ce travail de recherche s'est déroulé dans l'oasis de Chenini située dans le gouvernorat de Gabès dans le sud tunisien. Dans la première partie du travail, nous avons étudié les différentes zones de l'oasis, ce qui nous a permis d'élaborer trois cartes: une première carte qui représente les types de sols rencontrés, une deuxième carte dans laquelle nous avons représenté les occupations de ces sols et une troisième carte dans laquelle ont été classées les différentes zones de l'oasis selon leur dynamique socioéconomique. Une situation critique relative à la qualité des eaux (salinité élevée) et des sols (hydromorphie et allomorphie) a été clairement mise en évidence, ce qui a contribué à un déséquilibre de la dynamique socio-économique dans l'oasis. L'activité socio-économique réduite dans certaines zones, doublée de problèmes accrus de morcellement ont conduit dans beaucoup de cas à l'abandon pur et simple des terres. Le sud de l'oasis est particulièrement touché par ce phénomène, alors que des zones plus prospères ont été identifiées dans le Nord et le Nord-Est de l'oasis.

Concernant la qualité des sols, l'un des problèmes majeurs identifiés dans l'oasis a été la teneur faible en matière organique qui dépasse rarement 0,5%. L'objectif de la deuxième partie du travail a donc été de mettre au point un processus de compostage adapté aux déchets oasiens afin de produire un compost de qualité qui sera utilisé dans la fertilisation. Deux cultures ont été expérimentées à cette occasion: celle de carotte et celle de laitue qui sont très pratiquées dans l'oasis. L'optimisation des étapes du compostage a permis de préconiser un mélange fait à base de $\frac{3}{4}$ de broyat de déchets oasiens trempés pendant 7 jours et de $\frac{1}{4}$ de fumier frais, et une durée du compostage d'au moins 5 mois pour que le compost soit complètement mûr. Ce procédé a permis d'obtenir un compost de qualité avec un rapport Carbone /Azote égale à 17. L'expérimentation de trois doses de compost incorporées au sol: 1 kg/ m², 2 kg/ m² pour la laitue, et avec 3 kg/ m² qui a fourni la qualité et le rendement pour la carotte. Le compostage des déchets oasiens semble ainsi ouvrir de larges horizons pour améliorer la fertilité des sols appauvris par des décennies d'exploitation et en même temps offrir une meilleure rentabilité aux paysans qui seront mieux motivés pour conserver, développer et diversifier le patrimoine oasien.

Et comme continuité de ce travail de recherche, une deuxième phase portera sur l'étude des paramètres de minéralisation de l'azote afin de mieux optimiser l'utilisation de la matière organique et minimiser les pertes par lixiviation vers les nappes et ses impacts agro- économiques et environnementales. Et ceci est dans le cadre d'un projet de doctorat à la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux.

Mots clés: oasis, déchet, compostage, matière organique, sol, salinité, fertilité.

Introduction

Les zones arides du sud tunisien constituent un système écologique délicat dans lequel l'équilibre entre le climat, le sol, l'eau, l'air et le végétal est si fragile que les populations rurales vivant dans ces zones sont appelées à le gérer de manière adéquate et opportune afin de le préserver et de le renforcer. L'oasis de Chenini, située dans ce contexte rude, constitue un exemple de noyau vivant susceptible d'assurer à sa population la prospérité et l'épanouissement requis. Pour faire durer cet équilibre et l'améliorer, un soin particulier doit être apporté à sa composante « sol » dont les teneurs en matières organiques sont basses et souvent en régression (1,5% au cours des années soixante-dix contre seulement 0,5% actuellement). Ajouté à cet appauvrissement du sol oasien en matière organique, la salinité de la couche arable est devenue un problème accru qui risque de provoquer l'érosion et la dégradation de l'écosystème. Il est, en effet, urgent d'optimiser l'utilisation de cette ressource naturelle et de rechercher les voies possibles de l'améliorer. Le recyclage de la matière organique en provenance de l'oasis et sa valorisation dans la fertilisation des cultures constituent un remède privilégié. La mise au point d'un processus de compostage adapté autant à la nature des déchets recueillis dans l'oasis qu'aux conditions environnementales de la région est une étape primordiale pour la création d'une nouvelle tradition d'agriculture oasienne durable. Elle sera basée sur l'utilisation systématique de cette matière organique recyclée dans la fertilisation des cultures et aura l'avantage de réduire les coûts de production et d'élever les niveaux des rendements. Ceci permettra de réaliser de meilleurs revenus pour les paysans qui seront mieux rattachés à leur patrimoine oasien. Notre travail de recherche s'insère, en effet, dans ce cadre et comporte trois parties: la première est relative à la caractérisation de l'oasis, la deuxième porte sur la définition des paramètres et le suivi du processus du compostage, et la troisième est réservée à l'étude de la valorisation du compost fini dans les cultures de carotte et de laitue, qui sont parmi les cultures les plus pratiquées dans l'oasis de Chenini.

L'oasis de Chenini: un patrimoine écologique riche en savoir-faire

Notre étude de caractérisation de l'oasis de Chenini a révélé la richesse écologique de cette oasis littorale, ainsi que le savoir-faire diversifié de la population. Néanmoins, certaines composantes fondamentales du développement durable sont menacées telles que le sol qui est appauvri en matière organique avec une tendance fortement hydromorphe, l'eau de la nappe dont le taux de salinité est gravement augmenté par l'intrusion marine et la situation foncière des terres agricoles qui laisse apparaître un problème accru de morcellement et des cas d'abandon assez fréquents.

La détérioration de la qualité du sol est expliquée en grande partie par le recours abusif et irrationnel aux fertilisants chimiques au détriment de la matière organique en l'occurrence le fumier qui était très utilisé dans la tradition des Fellahs de l'oasis. De même, le recours intensif à l'irrigation face à la rareté chronique des eaux de ruissellement a engendré des problèmes de salinisation de la couche arable. En effet, dans les années soixante, on a compté plus d'une centaine des sources d'eaux naturelles dans l'oasis de Chenini qui coulaient dans des cascades, chose qui n'existe pratiquement plus aujourd'hui à cause principalement du pompage excessif (plus de 400 litres par seconde) effectué par la zone industrielle située à proximité (Bachraoui, 1980). Cette situation a provoqué l'avancement de l'interface marine vers le continent qui s'est fait naturellement suite à l'absence d'alimentation naturelle de la nappe par les eaux de ruissellement (Gherairi et Said, 1998).

Cette situation a poussé les fellahs de la région à changer leurs stratégies de valorisation des terres depuis les années quatre-vingt. En effet, ils ont commencé à cultiver en fonction de la vocation des sols tenant compte des données édaphiques de chaque secteur de l'oasis. Notre étude a fait ressortir une spécialisation sectorielle surtout pour les cultures maraîchères (Salade de Berguia, Carotte de Ouled El Hajj, Ail de Maitta...). Cette nouvelle tradition de culture a été renforcée par l'existence dans chaque secteur d'un « Fellah Source » qui sert d'appui

pour les jeunes agriculteurs qui l'entourent. L'adoption d'autres nouvelles traditions telle que l'élevage bovin et l'apiculture ont aussi contribué à la prospérité de certains secteurs tels que respectivement le Nord-Est et le Sud-Ouest de l'oasis.

En établissant la carte de la dynamique socio-économique, nous avons pu montrer que le secteur Nord de l'oasis est le plus prospère vu qu'il dispose des sols de qualité qui offrent beaucoup de possibilités aux Fellahs de pratiquer les cultures maraichères intensives. Ce secteur est aussi le plus proche de la ville de Gabès et il dispose d'un marché hebdomadaire de fruits et légumes. Néanmoins, dans ce secteur, on retrouve la plus forte densité de population installée dans des habitations souvent anarchiques construites au détriment des terres agricoles. Le secteur Nord de l'oasis est aussi le lieu de migration d'une partie de la population venant de toute part de l'oasis à la recherche du travail. Dans la zone médiane de l'oasis, c'est un problème de morcellement accru des parcelles qui se pose vu qu'historiquement, ce secteur représentait le cœur de l'oasis grâce à ses terres fertiles et à l'abondance de l'eau de surface. Suite à l'héritage, les terres ont été morcelées et les sols sont considérés aujourd'hui comme très épuisés après des décennies d'exploitation. Cette zone a été classée moyennement dynamique et ses richesses se limitent à l'arboriculture fruitière et à la culture du henné. Dans le Sud de l'oasis, la situation est très critique et beaucoup de terres sont abandonnées. Les jeunes ont déserté les lieux soit pour aller travailler en ville, soit pour immigrer à l'étranger.

La production du compost à base des déchets de palmiers: une solution pratique qui nécessite la mise au point d'un paquet technologique adapté à l'environnement particulier de l'oasis de Chenini.

Le compostage des déchets oasiens a été le thème de la deuxième partie de ce travail de recherche et dans laquelle nous avons cherché à définir les conditions optimales pour produire un compost de qualité qui serait utilisé dans le cadre d'une agriculture biologique parfaitement adaptée à l'oasis de Chenini.

L'optimisation du processus a concerné d'abord le broyage et le trempage des déchets. Nous avons montré que l'utilisation d'une grille de criblage à trous ronds de 20 mm de diamètre, associée à un trempage de 7 jours, a permis la meilleure dégradation du produit après la mise en andain. Nous avons noté, en même temps que le rapport C/N a été réduit de moitié au cours du trempage, ce qui a contribué à réduire les charges engendrée par la correction de ce rapport par le fumier.

Nous avons aussi travaillé sur l'optimisation du mélange et nous avons retenu la proportion $\frac{3}{4}$ broyat de déchets oasiens trempés et $\frac{1}{4}$ fumier. Ceci a été fait dans la logique de valoriser au maximum les déchets de palmiers et réduire autant que possible l'incorporation du fumier.

Une fois les andains confectionnés sur la plate-forme de compostage, nous avons suivi tout le processus durant une période de six mois dans le but de préciser les conditions de déroulement de ce compostage et apporter les ajustements nécessaires. Le suivi journalier de la température des andains au cours du processus du compostage a montré que la phase mésophile a duré moins de 3 semaines car au 20^{ème} jour, suite au premier retournement, la température a commencé une augmentation rapide marquant le début de la phase thermophile telle que décrite par Mustin (1987). Cette montée de température n'a duré qu'un peu plus de 15 jours car nous avons observé une baisse rapide de la température à partir de cette date. Ceci aurait pu laisser supposer qu'il s'agit du début de la phase de refroidissement, mais cela n'est pas vrai car une fois on a procédé au 2^{ème} retournement 70 jours après la 1^{ère} mise en andain, la température a repris sa phase ascendante pour atteindre des niveaux encore plus élevés que la 1^{ère} fois (70°C pendant 9 jours). Cette réactivation des microorganismes thermophiles pourrait s'expliquer d'une part par la récupération de la matière organique fraîche restée en bordure du tas, et d'autre part par l'oxygénation du mélange à la suite du retournement. La tendance décroissante des températures a démarré au 100^{ème} jour du compostage en moyenne, ce qui marque la

phase de refroidissement décrite par Mustin (1987). Cette phase est non réversible puisque le 3^{ème} retournement effectué au 125^{ème} jour n'a eu aucun effet sur la tendance décroissante de la température. A partir de ce moment, nous pouvons considérer que le compost est en phase de maturation puisque le pH est demeuré constant jusqu'à la fin du cycle du compostage. Nous pouvons considérer en outre que le compost est devenu complètement mûr à partir du 150^{ème} jour du compostage car en plus de la stabilisation du pH, nous avons observé une stabilisation de tous les autres paramètres mesurés, à savoir: la densité, le rapport C/N et les teneurs de tous les éléments minéraux analysés. La baisse du pH que nous avons noté tout au long du cycle peut s'expliquer selon Mustin (1987) par la production d'acides organiques suite à la dégradation des glucides, lipides et autres substances, de même que par la production d'acide carbonique.

L'élévation des concentrations en fer pourrait s'expliquer par la concentration continue des andains suite à leur perte de volume. De même, le changement en concentration du manganèse au cours du processus du compostage pourrait s'expliquer par le fait que la forme du manganèse est variable en fonction de la phase du compostage, ainsi si le manganèse est sous une forme simple il est détectable et s'il est sous une forme complexe, il n'est pas détectable. Enfin, étant un élément d'intérêt environnemental, il est déconseillé d'avoir des composts riches en manganèse, car comme le fer cet élément pourrait empêcher l'absorption par la plante de certains minéraux (effet antagoniste avec d'autres minéraux) tel que le calcium (Ben Kheder, 1998). En ce qui concerne l'augmentation rapide de la concentration en calcium, elle pourrait s'expliquer par le fait que le mélange entre dans la phase de refroidissement. Cette phase est caractérisée par une recolonisation du milieu par les microorganismes mésophiles (ITAB, 2001c). On peut supposer alors, qu'il y a libération du calcium dans le milieu par transformation des matériaux de départ. Un excès en calcium peut nuire à l'absorption de du B, Cu, Mn et Fe (Ben Kheder, 1998).

Au terme de cette phase d'optimisation et de suivi, nous avons obtenu un compost homogène brun foncé et ne présentant aucune odeur désagréable. Ceci nous permet de dire qu'il s'agit d'un compost de bonne qualité qui peut être testé sur des cultures dans le cadre de sa valorisation dans l'agriculture. C'est pourquoi, nous avons expérimenté ce compost sur la croissance et la qualité de deux cultures très pratiquées dans l'oasis qui sont celles de laitue et de carotte.

Un impact positif du compost oasien sur le rendement et la qualité de laitue et des carottes

Dans la troisième partie, nous avons testé l'impact de trois doses de compost sur la croissance et la qualité de la laitue et de la carotte. L'expérimentation a permis de montrer un effet positif du compost aussi bien sur les rendements que sur la qualité des produits. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la dose de 2 kg/ m² pour la laitue et avec celle de 3 kg/ m² pour la carotte. L'amélioration du rendement de la laitue en pommes commercialisables par la dose 2 kg/ m² semble s'expliquer d'abord par la biomasse végétative développée qui a été nettement plus importante de manière générale, mais aussi par la formation précoce de la pomme qui a pris largement le temps de grossir avant d'être récoltée. La dose de 2 kg/ m² n'a pourtant pas permis un enracinement aussi important que celui obtenu en appliquant la dose de 3 kg/ m². Cet enracinement un peu moindre observé chez la laitue fertilisée avec 2 kg/ m² de compost ne l'a pas empêchée d'avoir les taux de matière sèche de loin les plus élevés.

Chez la carotte, en revanche, c'est la dose de 3 kg/ m² qui a le mieux amélioré et le rendement et la qualité des racines récoltées. Autant leur teneur en sucres qu'en vitamine C et provitamine A ont été sensiblement améliorées.

Il semble que les effets positifs de la fertilisation à base du compost oasien sont apparus plus explicitement sur le développement du système racinaire, ce qui a permis de voir des améliorations très claires en réponse aux doses croissantes de compost appliquées chez la carotte.

Conclusion

Grâce à ce travail de recherche, nous avons pu montrer que l'oasis de Chenini constitue un lieu de diversification pour les activités agricoles. Cette diversification trouve son explication d'une part dans les ressources naturelles (sols et eaux d'irrigation) limitées et souvent contraignantes de l'oasis, et d'autre part dans l'acharnement de la population à valoriser son savoir-faire traditionnel tout en restant réceptive aux innovations. Ainsi, les Fellahs de l'oasis qui pendant des décennies ont misé plutôt sur le palmier, le grenadier, quelques fruitiers et le henné, sont aujourd'hui pour une partie des maraîchers confirmés dans le Nord de l'oasis, des éleveurs de bovins laitiers dans le Nord-Est, ou encore des producteurs de miel dans le Centre et le Sud. Ceci n'empêche que beaucoup de Fellahs de la zone Sud qui est fortement affectée par la salinité ont préféré désertier les lieux à la recherche de travail dans la zone Nord de l'oasis ou même dans les villes voisines.

Un projet de gestion durable des ressources naturelles de l'oasis de Chenini a installé une station de compostage de déchets de palmiers en vue de produire de la matière organique et de la distribuer aux Fellahs de l'oasis pour améliorer le niveau de fertilité de leurs sols. Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes appliqués à suivre le processus du compostage à travers toutes ses étapes de la collecte des déchets dans l'oasis à la production du compost mûr. On a pu montrer que pour obtenir un compost homogène et de bonne qualité, il faut suivre la procédure suivante:

- broyer les déchets (diamètre = 2 cm);
- réaliser un mélange à raison de $\frac{3}{4}$ de broyat de déchets oasiens trempés pendant 7 jours avec $\frac{1}{4}$ de fumier frais;
- confectionner des andains qui resteront sur place au moins durant cinq mois;
- procéder au moins à 2 retournements au 20^{ème} et au 70^{ème} jour après la mise en andain;
- maintenir l'humidité mesurée à 25 cm entre 60% et 70% grâce à des arrosages aux moments opportuns.

Pour la valorisation du compost en culture, nous avons expérimenté trois doses de ce compost: 1, 2 et 3 kg/ m² en plus du témoin non fertilisé sur la laitue et la carotte. L'effet du compost a été très positif sur le rendement et la qualité (teneurs en matière sèche, vitamine C et provitamine A) des légumes récoltés. Néanmoins, les meilleurs résultats ont été obtenus avec 2 kg/ m² pour la laitue et avec 3 kg/ m² pour la carotte. Des effets positifs très marqués ont été notés sur le système racinaire des deux cultures.

Le compost oasien semble offrir de grandes perspectives pour la production de légumes de qualité tout en préservant le patrimoine sol. Ceci pourrait constituer une chance pour créer un noyau d'agriculture biologique dans l'écosystème oasien de Chenini et pourquoi pas dans d'autres oasis.

Références bibliographiques

- Bachraoui A. (1980). La vie rurale dans les oasis de Gabès, thèse de doctorat de géographie, Université de lettres de Tunis, 301 p.
- Ben Kheder M. (1998). Fertilisation des cultures de primeur. Journées d'information CFRA JEMMAL 9/10/1998, pages 4-5.
- Gherairi R., Said A. (1998). Contrôle du niveau de salure de la nappe superficielle de l'oasis de Gabès. Rapport d'étude du terrain, 42 p.
- ITAB. (2001c). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001, page 122.
- Mustin M. (1987). Le Compost. Gestion de la matière organique. Edition François Dubuse 954 p.