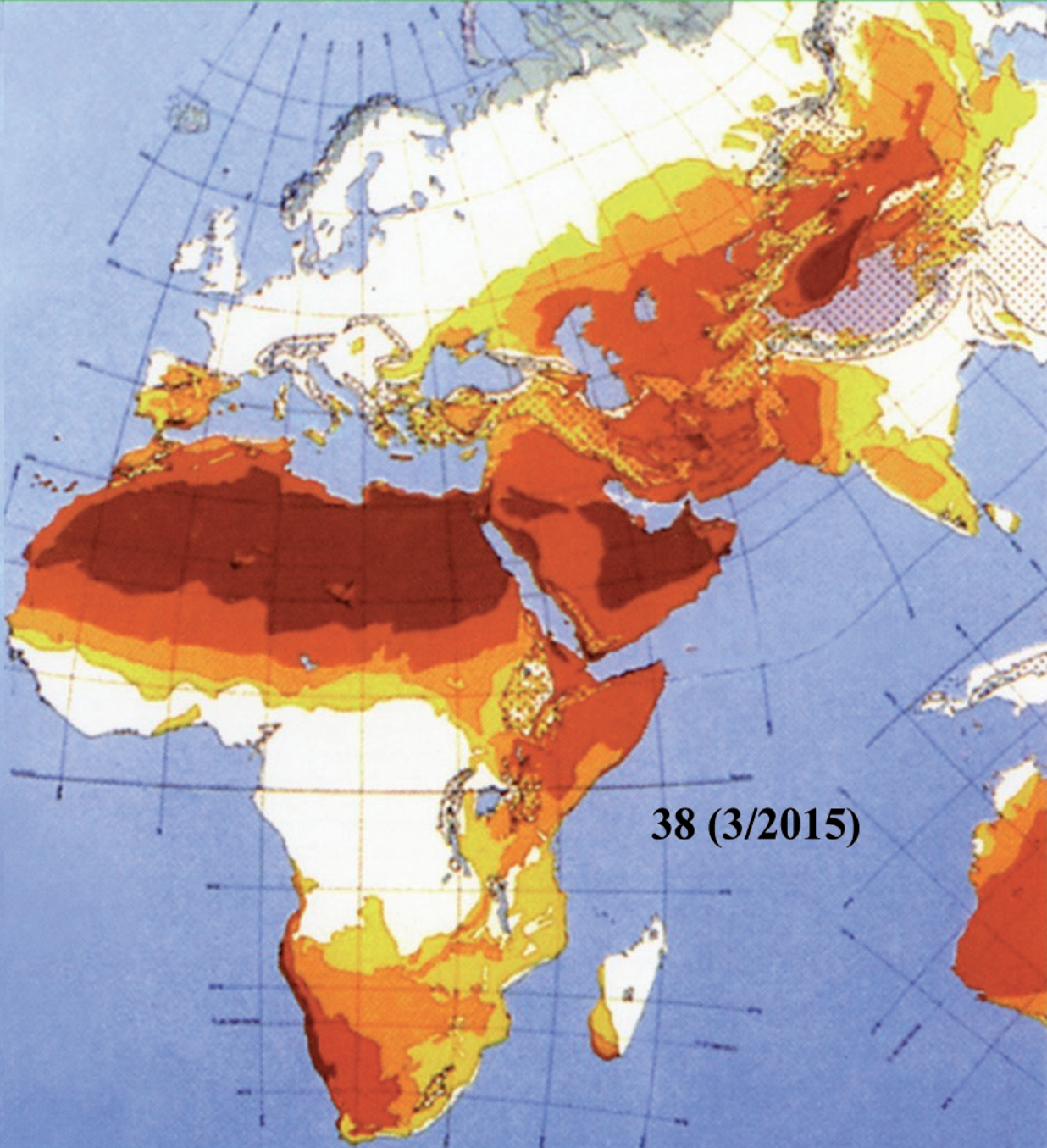


ISSN 0330 - 7956



REVUE DES RÉGIONS ARIDES

Éditée par l'Institut des Régions Arides - Médenine - TUNISIE



38 (3/2015)

SOMMAIRE

Etude de pouvoir antifongique des extraits polyphénoliques de la margine; (Amira BOUZOUMITA, Nizar CHAIRA, Sabine NAHDI et Ali FERCHICHI).....	1
Production d'un compost issu de sous produits de palmier dattier : évaluation et comparaison avec d'autres substrats organiques, (Maher Sghairoun , Monaem Whichi, Fayez Ben Rjeb, Ali Belhaj et Ali Ferchichi).....	23
L'intégration paysagère de l'habitat rural en Tunisie, (Naouel FERCHICHI et Hichem REJEB).....	35
Le village berbère de Chenini (Sud-est tunisien) : richesse d'un patrimoine fragilisé, (Hatem KHATALLI, Mongi SGHAIER, Frédéric SANDRON).....	49
Intégration interrégionale du Sud Tunisien vue sous l'angle des Indicateurs socioéconomiques régionaux : Potentiels et contraintes des secteurs productifs, (JAOUAD Mohamed, BECHIR Riadh, MAHJOUBI Afef et HAOUET Farhat).....	69
Identification des structures spatiales des pratiques agricoles dans les régions arides Tunisiennes : Cartographie statistique de données d'enquêtes socioéconomiques, (JAOUAD Mohamed, MAHJOUBI Afef et HAOUET Farhat).....	83
Identification microhistologique des plantes spontanées des zones arides et désertiques et détermination des régimes alimentaires de quelques herbivores sauvages, (Mohsen CHAMMEM, Abdelwahed HADDAD, Yamna KARSSENE, Marwa KECHNEBBOU, Hichem SERI, Amira KHORCHANI, Mohsen JARRAY et Touhami KHORCHANI)	101

Etude du pouvoir antifongique des extraits polyphénoliques de la margine

Amira BOUZOUMITA*, Nizar CHAIRA, Sabine NAHDI et Ali FERCHICHI

Laboratoire Arido-Cultures et Cultures Oasiennes. Institut des Régions Arides. 4119
Médénine, Tunisie. Tél: 00 216 75 633 005, Fax : 00 216 75 633 006

*auteur de correspondance: bouzoumita.amira@gmail.com

ملخص

يعتبر مرض سقم الزيتون من أشد الأمراض التي تسببها فطريات توجد في التربة ثم تحتل جذور الزيتون مما يسبب أعراض الذبول الذي يؤدي إلى وفاة الشجرة كما أن استخدام المكافحة الكيميائية له آثار جانبية ضارة للإنسان وللبيئة لذلك فإن المكافحة البيولوجية تعتبر البديل لذلك تم عزل 3 أنواع من الفطريات المسببة لمرض سقم الزيتون في عدة مناطق بالجنوب التونسي ثم تم تقييم المرجين وعصائر البوليفينول وفطر التريكوثيرما و5 سلالات من البكتيريا ثم تقييم نشاطها كمضادات للفطريات المسببة لمرض سقم الزيتون

الكلمات المفاتيح: زيتون، نشاط لمكافحة الفطريات، عصائر البوليفينول، تريكوثيرما

RÉSUMÉ

Le dépérissement est une maladie causée par des champignons telluriques qui empruntent la voie des racines pour coloniser les vaisseaux conducteurs de l'arbre attaqué et entraîner des symptômes de flétrissement qui peuvent aboutir à la mort de l'arbre, l'emploi des produits pour la lutte chimique a engendré des effets secondaires préjudiciables à l'homme ainsi qu'à son environnement. Pour remédier à cela, la lutte biologique s'avère l'alternative.

Pour cela, 2 espèces fongiques pathogènes (*Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum*) ont été isolées et identifiées à partir des oliviers du sud tunisien. Ces dernières ont subi l'application de certains produits biologiques: les extraits polyphénoliques de la margine à partir de 3 variétés d'olivier (Chétoui, Chemlali et Zarrazi). Le pouvoir antioxydant de chaque extrait a montré une forte teneur en polyphénols avec un effet variétal peu important aussi on a testé l'activité antifongique du champignon antagoniste *Trichoderma* sur les différents souches fongiques qui a montré une inhibition de la croissance mycélienne *in vitro*.

Mots-clés: dépérissement, olivier, activité antifongique, pouvoir antioxydant, polyphénols *Trichoderma*.

SUMMARY

The dieback of olive is a severe disease caused by soil fungi that colonize roots than the conducting vessels of the tree and cause wilting symptoms that can lead to the death of the tree. Since the use of the chemical control has harmful side effects to man and his environment, the biological control seems to be alternative.

For than, three olive fungal species associated to the dieback of olive (*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*) were isolated and identified from three in southern Tunisia. Organic products such as margine, polyphenolic extracts from three varieties of olive trees (Zalmati, Chemlali and Zarazi), the fungus *Trichoderma*, and five bacterial strains were applied and were evaluated for their antifungal activity against the fungi associated to the dieback disease of Olive.

Keys words : dieback, olive, antifungal activity, polyphenolic extracts, *Trichoderma*

1. INTRODUCTION

En Tunisie, la filière oléicole constitue une composante principale des secteurs agricole et agroalimentaire. Elle contribue à la réalisation des objectifs nationaux de croissance économique, de sécurité alimentaire, de création d'emploi, d'accroissement des recettes d'exportation, de préservation et de valorisation des ressources naturelles de plus en plus rares et vulnérables (karray, 2012).

La majorité des oliveraies tunisiennes préexistantes a été installée à partir d'éclats de souchets. Cette technique très ancienne laisse de plus en plus la place à la bouture herbacée qui est utilisée pour les nouvelles créations dans le but de maximiser le rendement et la qualité de la production. Malheureusement, l'usage des boutures herbacées n'a pas tardé à conforter un problème pathologique dès le début des années 90 qui s'est traduit par le dépérissement des jeunes plants d'olivier. En effet, les premiers symptômes de dépérissement ont été observés en 1991 sur de jeunes plants issus de boutures herbacées dans deux jeunes plantations à El Fahs et Jammel.

De ce fait, des essais de lutte chimique ont été entrepris et qui sont imposés comme une pratique incontournable pour la culture des plantes cultivées contre les maladies infectieuses et qui ont montré une certaine efficacité qui est traduite par une reprise de la croissance végétative

des plants attaqués. Cependant, son emploi a engendré des effets secondaires préjudiciables à l'homme ainsi qu'à son environnement (Jardak et al, 2004).

Par conséquent, la recherche de méthodes alternatives de lutte est devenue plus sollicitée surtout avec l'imposition du concept de qualité et du développement de l'agriculture biologique. Telle que l'utilisation de la souche de *Trichoderma* un champignon antagoniste du pathogène.

L'extraction d'huile d'olive pose de sérieux problèmes environnementaux puisque les effluents d'huileries d'olive ne subissent aucun traitement. Il en résulte un impact négatif sur l'environnement (El Hajjouji et al., 2007). Ces problèmes sont dus à la richesse des effluents en matière organique et en particulier en polyphénols.

De nombreuses études ont prouvé que les polyphénols étaient capables d'inhiber différents types de microorganismes: Ils ont une activité antibactérienne, antifongique et antivirale très importante.

Le présent travail a pour objectif, tout d'abord, d'identifier les agents pathogènes d'olivier et de valoriser les polyphénols commettant des antioxydants naturels, extraits de trois types de la margine issues de l'olivier de variété Chetoui, Chémlali et Zarrazi en comparant leurs teneurs en

polyphénols, leurs pouvoirs antioxydant et antifongique.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Matériel végétal

Le travail que nous avons entrepris sur le pouvoir antifongique des polyphénols de margine de trois variétés d'olivier sur les champignons pathogènes issues essentiellement après l'utilisation des échantillons de racines porteurs de symptômes d'attaques fongiques de dépérissement issues des quelques variétés d'olivier des différents régions du sud tunisien principalement Mareth-Matwia (Gabes) Djerba (Sidwikch).

2.2. Matériel fongique

2.2.1. Isolement et purification des champignons

Des racines infestées issues d'un plant dépéri sont lavées à l'eau de robinet, puis désinfectées à l'eau de javel à 2% ou avec l'alcool 70% pendant 2 min puis rincées à l'eau distillée, séchées sur un papier stérile. Les fragments malades ont été découpés en petits morceaux de 1 à 2cm de long et déposés en conditions aseptiques sur le milieu PDA autoclavé et solidifié, à raison de 20 ml par boîte de Pétri. Les boîtes sont incubées à 35°C pendant 4 à 5 jours. Afin d'obtenir des cultures pures, chaque colonie est

repiquée plusieurs fois dans de nouvelles boîtes de PDA et incubées à une température de 35°C, pour sa croissance et la production de mycélium.

2.2.2. Identification des espèces fongiques

2.2.2.1. Examen macroscopique

L'examen visuel macroscopique nécessite un examen rigoureux et détaillé des champignons pathogènes et l'observation de nombreuses caractéristiques anamorphiques (coloration de la colonie, aspect du mycélium) suite à une croissance mycélienne sur un milieu PDA pendant 4 à 5 jours.

2.2.2.2. Identification microscopique

L'observation microscopique des champignons causant le dépérissement ne requiert aucune coloration. Cependant, en mettant un colorant, on peut mettre en relief certaines structures (mycélium, microconidies, macroconidies, etc). Le colorant utilisé est le 'bleu coton' ou le bleu de méthyle.

Les études microscopiques sont faites par prélèvement d'un minimum de mycélium sans mouvements brusques et le déposer entre lame et lamelle dans une goutte de colorant s'aidant au besoin d'une aiguille lancéolée.

Tableau 1 : Champignons phytopathogènes étudiés

Champignons	Plante hôte	Origine	Année d'isolement
<i>Trichoderma</i>	Olivier	Isolat du sud tunisien	2012-2013
<i>Fusarium oxysporum</i>	Olivier	Isolat du sud tunisien	2012-2013
<i>Fusarium solani</i>	Olivier	Isolat du sud tunisien	2012-2013

2.2.2.3. L'identification moléculaire

L'identification moléculaire a été basée sur l'amplification en utilisant des amorces spécifiques des espèces d'une part, et sur le séquençage du gène TEF- α (facteur d'élongation) d'autre part.

2.2.2.3.1. Extraction d'ADN

L'extraction de l'ADN a été effectuée selon la méthode adoptée par (Mahuku, 2004) : Les isolats ont été cultivés sur milieu PDA pendant cinq jours, ensuite le mycélium obtenu a été gratté et récupéré dans des tubes eppendorf stériles de 1,5 ml dont on verse 400 μ L de TES . Après l'ensemble subit une macération jusqu'à l'homogénéisation. Puis, nous avons rajouté 200 μ L de TES, et les tubes ont été vortexés pour être ensuite incubés pendant 30 minutes à 65°C. Ensuite, 250 μ L d'acétate d'ammonium ont été ajoutés centrifugés pendant 20 minutes à 13000rpm/min. Puis nous avons transféré les surnageants dans des nouveaux tubes.

800 μ L d'isopropanol a été ajouté et les tubes ont été incubés à -20°C pendant 1h30min puis centrifugés pendant 20 minutes à 13000rpm/min et le surnageant a été enlevé pour ne garder que le culot. Ensuite, le culot a été lavé avec 500 μ L d'éthanol 75% et centrifugé pendant 20 minutes à 1300rpm/min, et le surnageant a été rejeté.

Après la mise des tubes sous vide pendant 5 minutes afin d'assécher le culot, nous avons ajouté 50 μ L de TE pour dissoudre le culot. Ensuite, 2 μ L d'ARNase ont été ajoutés dans chaque tube. Les tubes ont été incubés par la suite à 37°C pendant 1h. Enfin, nous avons gardé les tubes à -20°C.

2.2.2.3.2. Amplification par réaction de polymérisation en chaîne (PCR)

2.2.2.3.2.1. Amplification en utilisant des amorces spécifiques d'espèce

Deux couples d'amorces ont été utilisés pour l'amplification spécifique de chacune des espèces de *Fusarium* isolées à partir des boutures d'olivier. La réaction PCR a été réalisée dans un thermocycleur en 35 cycles constitué chacun de trois étapes : la dénaturation de l'ADN, l'hybridation des amorces à l'ADN dénaturé et finalement l'extension des amorces grâce à l'enzyme : Taq DNA polymérase.

Le milieu réactionnel est composé de 25 μ L des constituants suivants : 1 μ L d'ADN, 5 μ L du Tampon, 0,5 μ L de dNTP, 0,5 μ L de chaque amorce, 0,25 μ L d'enzyme (Taq polymérase). Les séquences d'amorces sont décrites dans le tableau 2.

Tableau 2: Programme utilisé pour l'amplification par PCR

Isolat de	Dénaturation initiale	Cycle	Extension finale et nombre de cycles
<i>F. oxysporum</i>	5 min à 94°C	50 s à 94°C	7 min à 72°C pour 35cycle
		50 s à 69°C	
		1 min à 72°C	
<i>F. solani</i>	10 min à 95°C	10 s à 95°C	
		5 s à 60°C	
		6 s à 72°C	

Un tube contenant de l'eau au lieu de l'ADN a été utilisé comme témoin négatif. Les produits de PCR ont été visualisés par électrophorèse sur gel d'agarose 1.6%. Les migrations ont été réalisées dans le tampon TBE (0.5 X) sous un voltage de 100 V pendant 30 min. après migration, le gel a été visualisé par illumination avec une lampe UV dans un appareil Gel Doc.

2.3.2.2. 2. Amplification et purification du gène TEF- α

L'amplification de la région du gène TEF- α a été réalisée avec le couple d'amorce EF1(ATGGGTAAGGA (A/G)GACAAGAC) et EF2 (ATGGGTAAGGA (A/G)GACAAGAC). Le milieu réactionnel de la réaction PCR est de 25 μ l et les différents constituants sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3: Mélange réactionnel pour une réaction PCR

Solution stock	Concentration initiale	Concentration finale	Volume
ADN	-	-	1 μ l
Tampon	5 \times	1 \times	5 μ l
EF1	12,5 μ M	0,5 μ M	1 μ l
EF2	12,5 μ M	0,5 μ M	1 μ l
dNTP	10 mM	0,2 mM	0,5 μ l
Taq polymérase	5 U/1 μ l	1,25 U	0,25 μ l

Le programme d'amplification utilisé est le suivant : une phase de dénaturation pendant 94°C à 5 min suivie d'une phase d'hybridation de 54°C pendant une minute et une extension finale à 72°C durant une minute. Les amplicons obtenus ont été purifiés en utilisant le Kit Wizar SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega), après migration sur gel d'agarose 1,6% pendant 30 min. la purification a été réalisée comme suit : les bandes d'ADN visualisées sur UV ont été coupées et placées dans des tubes eppendorf 1,5ml, un volume de 10 μ l par 10 mg d'agarose de la solution de Membrane Binding a été ajouté aux tubes qui ont été vortexés par la suite et incubés à 65°C. Une fois le gel est complètement dissous, il a été transféré dans le SV Minicolumn inséré dans un tube de collection, puis il a été centrifugé à 16,000 \times g durant une minute. Le tube de collection a été vidé et un volume

de 700 μ l de solution de Membrane Wash (95% éthanol) a été ajouté au SV Minicolumn qui a été centrifugé à 16,000 \times g durant une minute, ensuite la dernière étape a été répétée mais en ajoutant 500 μ l de la solution de Membrane Wash. Après vidange de tube de collection, le column assembly a été centrifugé pour une minute. Le Minicolumn a été transféré dans un tube eppendorf 1,5 ml et un volume de 50 μ l de Nucléase-Free Water a été ajouté au Minicolumn qui a été incubé pendant une minute puis centrifugé à 16,000 \times g durant une minute. Enfin le Minicolumn a été enlevé et le tube eppendorf contenant l'ADN a été conservé à -4°C.

2.3. Traitement de la margine

Aspirer le surnagent d'huile à la surface de la margine, puis on procède à une centrifugation de volume restant pendant 15 min à une vitesse

de 3200 Trois phases sont obtenues : une phase huileuse (surnageant), une phase aqueuse et un culot précipité. Ajouter un volume analogue d'hexane à la partie aqueuse, puis mélanger la solution à l'aide d'un mixer pendant 3 min à une vitesse de 13500 tours/min. Une seconde centrifugation est réalisée pendant 12 min. La margine délipidée est recueillie après séparation complète en deux phases.

2.3.1. Extraction à l'acétate d'éthyle

Un volume analogue d'acétate d'éthyle est ajouté à la margine délipidée, et l'ensemble est homogénéisé à l'aide d'un mixer pendant 3 min. Puis, ce mélange subit une centrifugation pendant 10 min à 3200 g. Aspirer le surnageant composé d'acétate d'éthyle et récupérer la phase contenant les polyphénols qui sont évaporés sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif jusqu'à l'obtention d'un dépôt jaune foncé.

2.3.2. Dosage colorimétrique des polyphénols totaux

2.3.2.1. Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide Phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui est réduit lors de l'oxydation des polyphénols, en mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). L'absorption est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits végétaux.

2.3.2.2. Protocole

Un volume de 0,5 ml du réactif Folin-Ciocalteu est ajouté à 0,2 ml de l'extrait polyphénolique dans une fiole de 25 ml. Après 3 min de repos, ajouter 4 ml de Na_2CO_3 (1M) à la solution et de l'eau distillée est ajoutée jusqu'au

trait de jauge. La fiole est maintenue à obscurité pendant 90 min. Un blanc est préparé dans les mêmes conditions. Lire la densité optique à l'aide d'un spectrophotomètre.

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage d'acide gallique :

$$T = c \cdot v/m$$

Avec :

T : contenu total des polyphénols (mg équivalent acide gallique/g d'extrait de polyphénol).

c : concentration en équivalent acide gallique (mg/ml).

v : volume de l'extrait (ml).

m : masse de l'extrait polyphénolique (g) (Djabali, 2012)

2.3.2.3. Détermination du pouvoir antioxydant par le test de DPPH

2.3.2.3.1. Protocole

Préparation d'échantillon d'extraction :

Placer 0,5 g de l'échantillon froid dans 3 ml de méthanol et le mettre dans un tube de 30 ml (il faut écrire les poids exactes de l'échantillon pour faire ensuite le calcul). Le spatule utilisé doit être refroidit avec l'azote liquide N_2 . On laisse le tube à l'obscurité et à froid (bain de glace) pendant une heure dans le mélangeur. Après une heure, prendre l'échantillon à partir de tube avec une pipette Pasteur et le placer dans deux tubes eppendorfs à 2 ml. Centrifuger les tubes eppendorfs à une vitesse de 15000 g pendant 10 min. La centrifugeuse doit être froide (4°C). Après centrifugation éliminer le surnageant et le placer dans deux tubes de 5ml.

Après une heure, prendre l'échantillon à

partir de tube avec une pipette Pasteur et le placer dans deux tubes eppendorfs à 2 ml. Centrifuger les tubes eppendorfs à une vitesse de 15000 g pendant 10 min. La centrifugeuse doit être froide (4°C).

Après centrifugation éliminer le surnageant et le placer dans deux tubes de 5ml.

Essai antioxydant

Préparer une solution stock de DPPH : peser 12 mg de DPPH dans 50 ml de méthanol. On l'agite à l'obscurité pendant 30 min et conserver à 30°C (la solution doit être utilisée après 2 heures à 5 jours à froid et à l'obscurité).

Agiter à l'obscurité pendant 30 min et conserver à 30°C (la solution doit être utilisée après 2 heures à 5 jours à froid et à l'obscurité).

La DPPH est très concentrée donc il faut diluer la solution stock avec le méthanol jusqu'à obtenir une absorbance de 1,1±0,02 à 515 nm : 300µl de la solution stock+ 700µl de méthanol (MeOH).

Préparer une microplaque en ajoutant :

On ajoute 21µl d'échantillon ou méthanol (blanc) à 194µl de solution de DPPH.

Laisser le mélange réagir à l'obscurité et recouvrir la plaque à l'aide d'un couvercle pour éviter l'évaporation. La température ambiante doit être autour de 20°C. Lire l'absorbance tous les 10 min jusqu'à une heure avec un spectrophotomètre à 517 nm. Répéter la lecture au cours du temps jusqu'à l'absence d'un changement significatif de l'absorbance : c'est l'état d'équilibre. L'absorbance finale est utilisée pour le calcul de l'activité antioxydante. Si l'absorbance est inférieure à 0,2 il faut diluer l'échantillon avec le méthanol

et recommencer.

Calculer la diminution de l'absorbance dû à l'antioxydant comme suit :

$$\Delta\text{DPPH} = \text{ADPPH}_d - [\text{A517}] \text{échantillon}$$

Avec :

ΔDPPH : la diminution de l'absorbance due seulement à l'antioxydant

ADPPH_d : Absorbance de DPPH due à la dilution avec 21µl de méthanol (21µl méthanol+194µl DPPH).

[A517] échantillon: Absorbance de l'échantillon après réaction à 517 nm. (Brand-Williams et al., 1995).

2.4. Activité antifongique des extraits polyphénoliques in vitro

2.4.1. Méthode des puits (double couche)

Au sein d'une boîte de Pétri contenant le milieu PDA, une mince couche du milieu PDA 0,6% (Annexe 1B) (3ml) contenant un ml de la suspension sporale à tester est étalée en surface. Après solidification, 100 µl de la margine est déposée dans des puits creusés dans la gélose (Achemchem.F et al, 2004) .

2.5. Activité antifongique de la *Trichoderma*

2.5.1. Test d'antagonisme

Le genre *Trichoderma* est le champignon d'étude a l'égard de 3 agents pathogènes fournis par une technique de confrontation directe ou encore appelée «technique des cultures opposées». Elle consiste à déposer dans des boîtes de Pétri contenant 15 ml de milieu PDA à 4cm l'un de l'autre, des explants de 8mm de diamètre provenant des cultures des deux champignons (antagoniste et parasite). (Benkada, 2007).

Au cours de cette expérimentation, 3g.

.répétitions ont été retenues pour chaque souche, les témoins sont présentés par des boîtes de Pétri contenant uniquement les champignons pathogènes. L'ensemble des boîtes a été placé à une température de 30 à 35° C.

L'évolution de la croissance mycélienne est effectuée toutes les 24heures par la mesure du diamètre de la colonie mycélienne du champignon pathogène.

L'évaluation de l'inhibition exercée par *Trichoderma* est estimée par le calcul du pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne selon la formule suivante (Hmouni et al, 1996) :

$$I (\%) = (1 - Cn/Co) \times 100$$

Cn est le diamètre moyen des colonies en présence de l'antagoniste et Co le diamètre moyen des colonies témoins.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Plusieurs isolements ont été effectués sur milieu PDA, à partir des échantillons de racines et de bois prélevés de boutures herbacées dépéries. L'identification des espèces fongiques est basée sur les clés d'identification de Nasraoui (2000 et 2006). Ainsi, les critères morphologiques, l'aspect du mycélium, la forme et la taille des spores est déterminée pour chaque champignon.

- ***Fusarium solani* :**

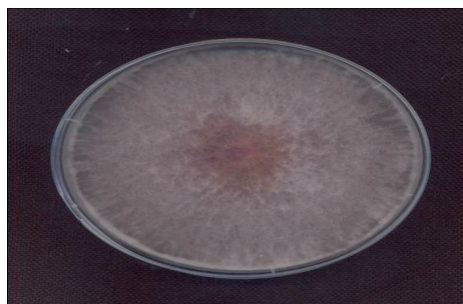
Ce champignon est caractérisé par un mycélium finement duveteux de couleur variable, blanc crème à beige, des macroconidies cylindriques à fin ronde qui renferment des chlamydospores, mais la présence des macroconidies est rare, et des microconidies abondantes qui se forment sur des phialides longs.



Figure 1: observation sous microscope optique d'une culture fongique de *Fusarium solani*

Fusarium oxysporum

F. oxysporum se distingue par un mycélium duveteux, velouté prenant un aspect floconneux de couleur rose, des microconidies cylindriques abondantes qui se forment sur des phialides courts, des macroconidies relativement mince à fin plus ou moins, droites à courbées, pointue qui renferment les chlamydospores.



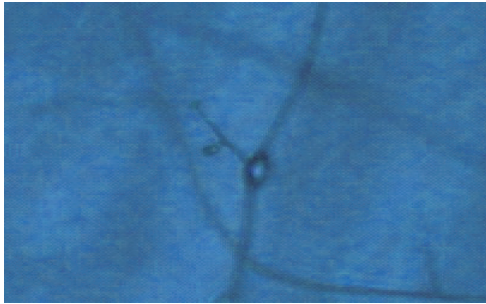


Figure 2 : *F.oxysporum* : a : colonie;
b : formation des microconidies sur
des phialides courts

✓ **Identification moléculaire**

L'identification morphologique a été confirmée par une amplification par PCR. En effet l'identification moléculaire demeure essentielle suite à l'existence des différences morphologiques entre certains isolats de *Fusarium* associées à des boutures d'olivier.

Pour les 20 isolats de *Fusarium*, on a fait l'extraction de l'ADN génomique,

puis on a amplifié par PCR spécifiques des fragments de gènes des espèces de *Fusarium*. Aussi, l'amplification et le séquençage de gène du facteur d'élongation de translation TEF- α a été réalisée pour accomplir l'identification des espèces inconnues après comparaison à une base des données FUSARIUM-ID v.1.0.

✓ **Extraction de l'ADN génomique total**

L'extraction d'ADN total à partir du mycélium des champignons a été réalisée pour les espèces de *Fusarium*. La quantification de l'ADN total a été observée sur gel d'agarose 0,8% après une heure de migration. L'observation du gel montre des taux d'impuretés très faible, ainsi que l'absence d'une trainée fluorescente causée par la migration de plusieurs fragments d'ADN de faibles masses moléculaires (ADN dégradé) (Fig.3).

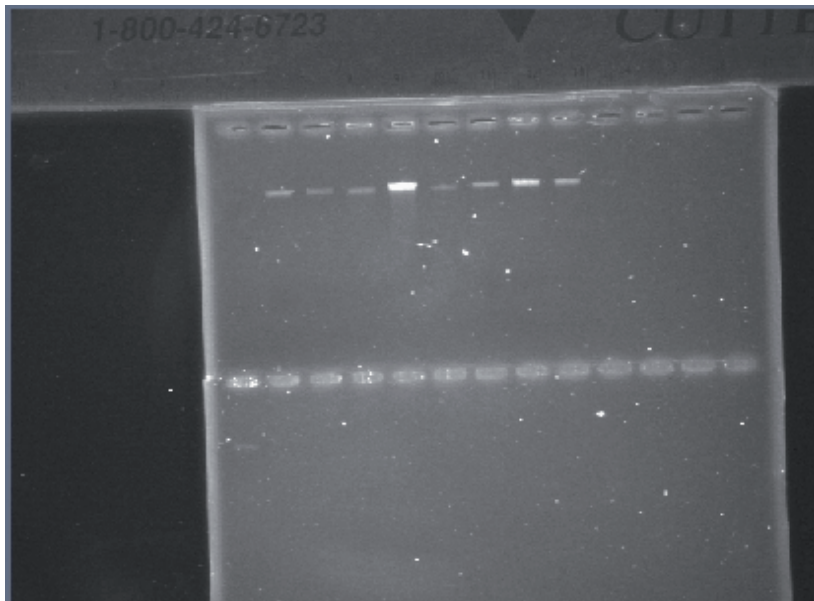


Figure 3 : Visualisation et quantification de l'ADN génomique total.

✓ **Amplification des fragments de gènes spécifiques**

L'identification moléculaire a été réalisée par PCR en utilisant deux couples d'amorces (COX1/COX2 ; AFP346/ITS1-F) spécifiques respectivement aux deux espèces isolées des boutures d'olivier : *F. solani* et *F. oxysporum*.

L'électrophorèse sur gel d'agarose 1,6% des deux espèces de *Fusarium* a révélé des bandes de 104 pb spécifiques aux *F. solani* (Fig.3) et des bandes de 534 pb spécifiques de *F. oxysporum* (Fig3).

Ainsi l'identification morphologique a été confirmée par l'identification moléculaire.

3.1- Test de lutte biologique in vitro

3.1.1-Teneur en composés phénoliques dans la margine de trois variétés d'olivier

La courbe d'étalonnage appropriée a été dressée. Elle montre la linéarité de la réponse du détecteur en fonction des différentes concentrations. Le choix de ce modèle de représentation est fondé sur la méthodologie de plusieurs auteurs, notamment Mujica et al. (2009).

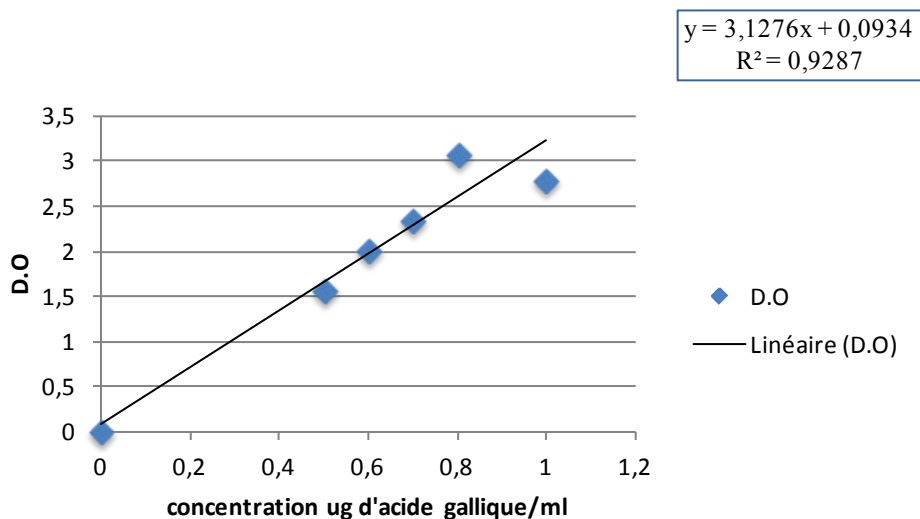


Figure 4: Teneur en composés phénolique de 3 types de margines issus de 3 variétés d'olivier

En se basant sur les valeurs d'absorbance des extraits polyphénoliques, réagissant avec le réactif de Folin-Ciocalteu, et comparées à la solution standard d'AG,

les résultats de l'analyse quantitative des composés phénoliques totaux sont donnés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Teneur en polyphénols totaux des extraits (mg EAG/g)

Variétés	Codes	Quantité des polyphénols totaux (mg EAG/ml)
Chemlali	CH	0,971±0,0072
Zalmati	ZL	0,994±0,0060
Chétoui	ZR	0,68±0,0070

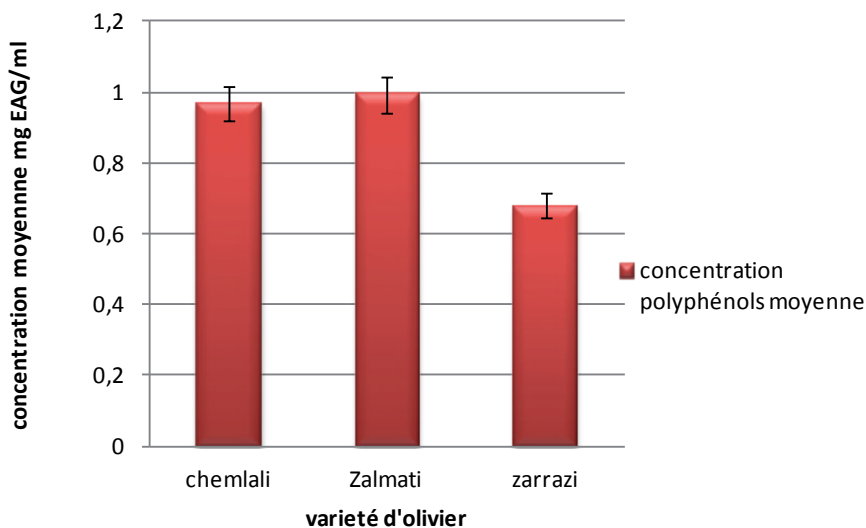


Figure 5 : Concentrations moyennes des polyphénols

Les teneurs en polyphénols totaux des différents échantillons présentent des écarts significatifs. La variation passe de 0,68 mg EAG/g (Ecart-type=0,007) à 0,994 mg EAG/g (Ecart-type=0,0072).

Compte tenu des résultats obtenus, nous remarquons que la teneur en polyphénols totaux est différente d'un échantillon à un autre. La teneur la plus importante est celle de Zalmati mais il n'existe pas une différence importante entre ces derniers et ceux de Chemlali. Quant aux polyphénols de Zarrazi, ils sont les plus faibles.

Malgré cette différence, les trois types de margine ont une teneur phénolique assez importante.

La variation de la quantité des composés phénoliques dans les margines peut être due à la variété des olives, à l'âge de margine, à la quantité d'eau ajoutée lors du processus d'extraction, aux systèmes d'extraction de l'huile d'olive (à savoir par pression ou continue), au procédé d'extraction et aux techniques d'analyse qualitative et quantitative des monomères phénoliques (Hamdi, 1991).

Les teneurs en composés phénoliques des organes végétaux sont également variables en fonction du stade physiologique. Chaque groupe de composés phénoliques peut évoluer au cours de la croissance selon une

cinétique qui lui est propre, ce qui conduit alors à des proportions variables des différents composés en fonction du stade physiologique atteint (Macheix *et al*, 2005). Toutes ces hypothèses sont conformes avec nos résultats.

- **Détermination du pouvoir antioxydant des polyphénols :**

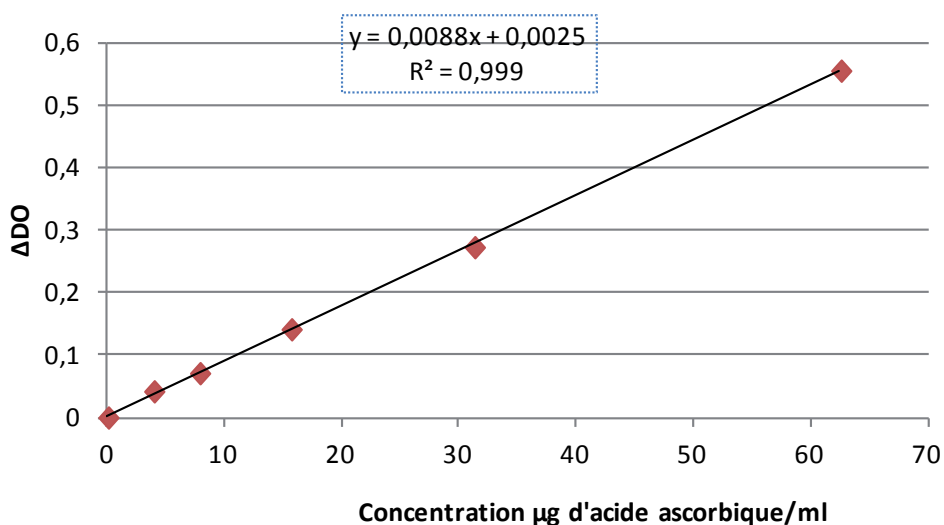


Figure 6 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

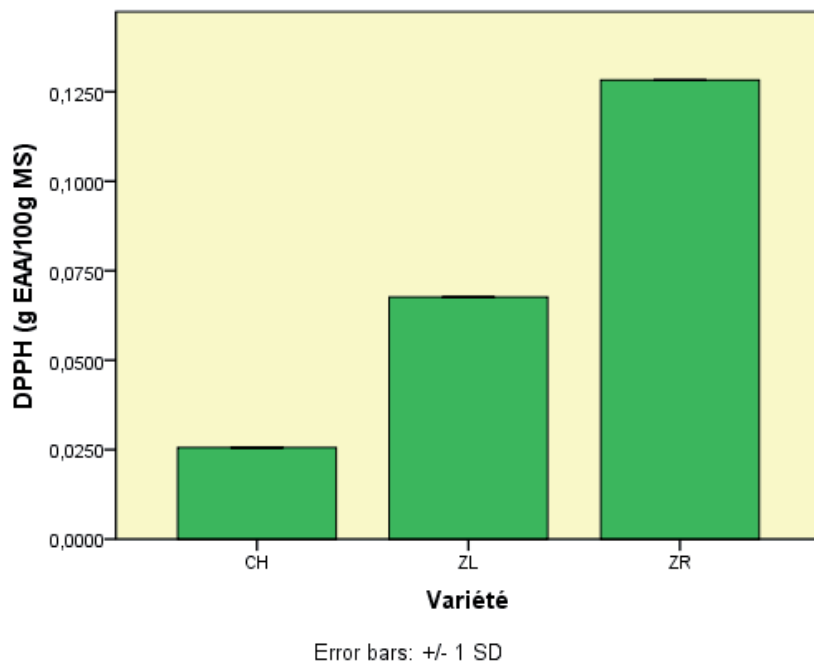


Figure 7 : Taux de l'activité antioxydante des trois polyphénols

La mesure de l'activité antiradicalaire de trois polyphénols a montré une différence au niveau de leurs activités antioxydantes : les polyphénols de la variété Zarrazi ont un pouvoir antioxydant plus important avec un taux égal à 0,128 g/100g d'acide ascorbique suivi de l'activité de polyphénols Zalmati avec un taux égale à peu près à la moitié du premier (0,067614 g/100g d'acide ascorbique). Enfin, on trouve l'activité des polyphénols Chemlali ayant la valeur la plus faible (0,025568 g/100g d'acide ascorbique).

L'action antioxydant d'un composé phénolique peut être issue d'une

combinaison d'évènements chimiques, dont l'inhibition enzymatique, la chélation de métaux ou encore la donation d'hydrogène et l'oxydation en un radical stable (Cowan, 1999).

-Tests antifongiques avec les extraits phénoliques

- Activité antifongique des composés phénoliques méthode de double couche:

Les résultats de l'activité antifongique des composés phénoliques sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: pourcentage d'inhibition des polyphénols/champignon par la méthode des puits

Souche	Rayons	type de polyphénol			taux inhibition (%)		
		ZL	ZR	CH	FS/PZL	FS/PZR	FS/PCH
FS	R1	1,9	1,5	1,5	36,84	20	20
	R2	1,2	1,2	1,2			
FO	R1	2	1,7	2	75	11,76	25
	R2	0,5	1,5	1,5			
RH	R1	1,8	2	1,3	88,88	10	23,07
	R2	0,2	1,8	1			

Pour le test antifongique la méthode de puits on a testé les trois types de polyphénols (Zarazi, Zalmati, Chémlali) sur les trois souches fongiques (*Fusarium solani*, *F.oxysporums*, *Rhizoctonia solani*) après 5 jours d'incubation à 35° C, les résultats des analyses ont montré que l'activité antifongique est plus forte avec l'extrait phénolique isolé de la margine de la variété Zalmati suivi de

Chémlali et finalement celui de Zarrazi qui réduit modérément la croissance mycélienne.

D'après les résultats montrés dans la (fig 8), on constate qu'une dégradation au niveau du mycélium de l'agent pathogène est bien apparente dans les observations microscopiques faites au cours du travail.

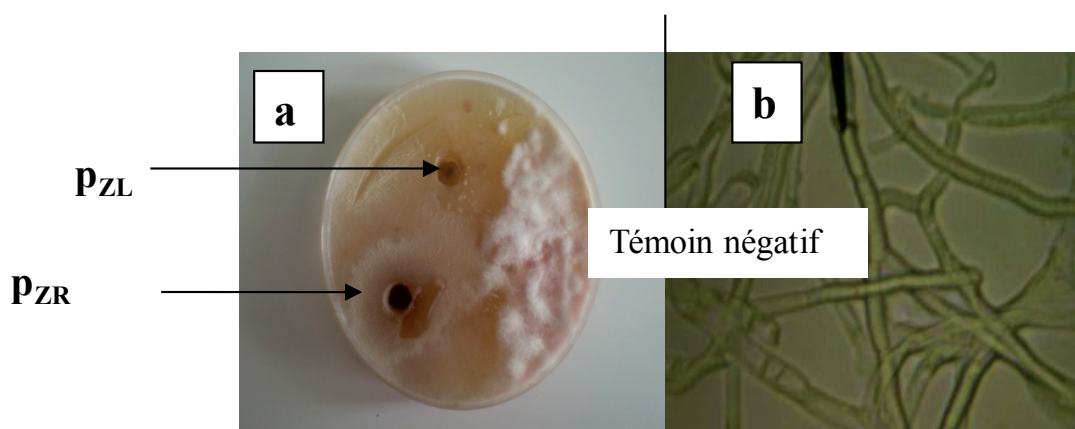


Figure 8: (a) Effet inhibiteur de polyphénols de la margine zarazi sur *Fusarium solani*, (b) Mycélium de *Fusarium solani* dégradé sous l'effet de polyphénol de la margine Zarazi

3.2. Test d'antagonisme de *Trichoderma-Fusarium*

Après 120 heures d'incubation, une action inhibitrice exercée par l'antagoniste *Trichoderma* vis à vis de la croissance mycélienne des 3 souches fongiques a été observée. Nous avons constaté l'apparition d'une zone d'inhibition suivie par un arrêt de croissance pour l'ensemble des souches du pathogène. Le calcul du taux d'inhibition confirme

ces résultats. Toutes les souches fongiques sont inhibées à plus de 50% en l'occurrence, l'espèce *Fusarium oxysporum* se montre la plus sensible avec un taux d'inhibition de l'ordre de 65.48%. Ces résultats concordent parfaitement avec ceux de Benkada et al (2007) sur la lutte de *Ascochyta Pinodella* Agent de l'antracnose du Pois avec *Trichoderma sp.A* ayant obtenu un taux d'inhibition maximal de l'ordre de 66.5%.

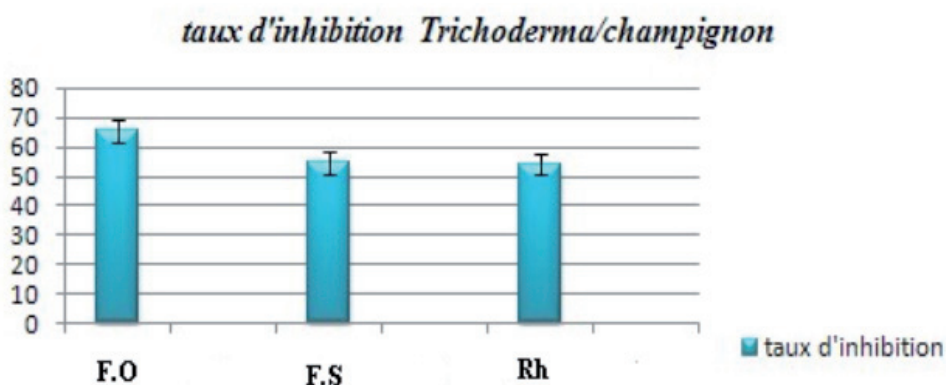


Figure 9 : taux d'inhibition *Trichoderma* /champignon

La confrontation directe de *Trichoderma* avec chaque souche fongique pathogène se traduit par un arrêt à distance de la croissance mycélienne du pathogène et la formation d'une zone d'inhibition entre les deux colonies confrontées (figure 21). A l'instar de ces résultats nous pensons que le *Trichoderma*

possède une aptitude pour éliminer les champignons pathogènes.

D'après Benkada et al., (2007) le *Trichoderma* émet des substances chimiques toxiques qui sont des dérivés de l'hydrazine présents sous formes des substances volatiles importantes.

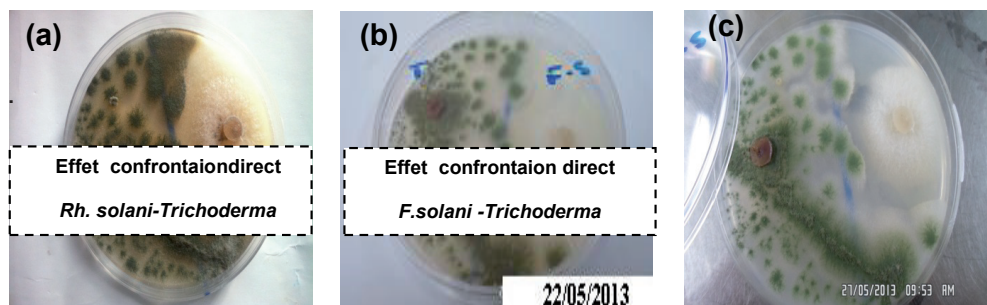


Figure 10 : Effet confrontation directe: (a) *Rhizoctonia.solani*-*Trichoderma* ; (b) *Fusarium solani*- *Trichoderma* ;(c) *Fusarium oxysporum* –*Trichoderma*

4. CONCLUSION

Malgré qu'elle soit une espèce fortement récalcitrante, l'olivier est sujet à un large spectre d'attaques d'agents pathogènes tels que les champignons, les bactéries et les virus, qui affectent aussi bien le système racinaire que le système végétatif ou reproducteur. Néanmoins, les maladies fongiques en général et le dépérissement en particulier provoquent les dégâts les plus importants aboutissant le plus souvent au déclin de l'arbre entier.

Les principaux agents causaux de la maladie de dépérissement sont des champignons telluriques, l'identification et la purification des agents pathogènes est la première étape faite dans le cadre de notre travail pour classifier chaque souche fongique.

Divers essais réalisés sur des produits biologiques à activité antifongique contre le dépérissement de l'olivier avec le genre *Trichoderma* champignon mycoparasitaire, de la margine pour exhiber ses extraits polyphénoliques a forte activité antioxydante de 3 variétés différents (Zalmati, Zarrazi et Chemlali).

Les résultats d'extraction et du dosage des polyphénols totaux d'olivier ont montré que leur teneur n'est pas stable, et varie beaucoup avec la variété. Elle a été plus importante pour la variété Chemlali que pour la variété Zalmati et Zarrazi. Cette différence est due aussi aux différents facteurs comme le système d'extraction, la maturation des olives et la période de récolte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achemchem.F, J. M.-B. (2004). *purification et caractérisation d'une bactériocine anti-Listeria par Enterococcus faecium F-420 à partir du lait cru de chèvre.*
- Agri, M. (2005). *L'OLEICULTURE EN TUNISIE.*
- Ahmed TRIGUI, M. M. (2002). Catalogue des variétés autochtones et types locaux. 159p.
- Alcamo E-I. (1984). Fundamentals of Microbiology. Addison Wesley publishing company, . London , 310-341; 617-699.
- Ali RHOUMA, M. A. (2010). First report of olive anthracnose caused by. *Phytopathol. Mediterr* , 49, 95–98.
- Ali RHOUMA1, M. A. (2010). First report of olive anthracnose caused by. *Phytopathol. Mediterr* , 49, 95–98.
- Almi, D. (2010.). *Etude du pouvoir antioxydant des composés et extraits phénoliques issus des olives et sous produits de l'olivier.*
- A-R-M, K. (2001). . Phytofungitoxic Properties in the aqueous extracts of some plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences* , 4 (4): 392-394.
- B., N. (2006). Systématique. In : les champignons parasites des plantes cultivées : biologie, systématique, pathologie, maladies. . *Centre de publication universitaire, Tunis* , 119-195 .
- Bajpai V-K., S. S.-S. (2010). Antifungal activity of leaf essential oil and extracts of Metasequoia glyptostroboides. . *Journal. American. Oil. Chemistry. Soc* , (87): 327-336.
- Balice V., C. O. (1984). Acidic phenolic fraction of the juice of olives determined by gas chromatographie method. *Grasas y Aceites*. . 25, 178 - 180.
- Bhard, J. (2009). *Groupeement CID/SCET-SCOM/ADI/CRC Sogema, Plan de Gestion des Pesticides et des Engrais et Guide de Bonnes pratiques.*
- Bcherrawi, N. ((2002)). . *Extraction des polyphénols des margines. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur Agronome. Université Libanaise.* 111 pages.
- BENKADA, M. E. (2007). *Essai de lutte biologique in vitro par utilisation de Trichoderma Sp.A L'égard De Ascochyta Pinodella Agent De l'antracnose du pois (Pisum Sativum L.).*
- Benkada, M. Y. (2007). *Evaluation in vitro de l'effet antifongique de l'extrait acétonique et l'huile essentielle extraits de Thymus vulgaris L contre Fusarium oxysporum.*
- Bennett, A. W. (1992). The potential role of Trichoderma viride in the in the integrated control of Botrytis fabae. *The Mycologist* , 6:199-201.
- Bennett., K.-C. K. (1992). Medical Mycology. Lea & Febiger. *Philadelphia and London.*
- Bezert. (1996). *Action de Bacillus et d'actinomycètes sur les champignons du*

bleuissement de bois.

- Boughalleb-M'Hamdi N*, S. M. (2011). *Screening of fungi implicated in the die-back of olive trees (Olea europea) in Chebika's area* . Research in Plant Biology, 1(4):33-38, 2011 .
- Boulila, M. (1994). *Le dépérissement de l'olivier en Tunisie : premiers résultats de recherche et perspectives d'avenir*.
- Boulila, M. M. (1994). *Inventaire des maladies de l'olivier en Tunisie*. Bulletin OEPP, 24 (4): 817-823.
- Boulila, M. (2001). Maladies de l'olivier en Tunisie. *Olivae* , 85:22-25.
- Braga F-G., B. M.-L.-M.-L.-O.-O.-S. (2007). . Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. . *Journal of Ethnopharmacology* , 111: 396-402.
- CAMURATI F., A. L. (1984). Le acque di vegetazione della lavorazione delle olive: tecnologie ed economie di recupero di sottoprodotti. Riv. Ital. *Sostanze Grasse* , 61, 283 292.
- Catalano, L. F. ((1999)). Polyphenols in olive mill wastewaters and their depuration plant effluents: a comparison of the Folin-Ciocalteu and HPLC methods. *Agrochimica* , 43, pp. 193-205.
- Chang C-W., C. W.-L.-T.-S. (2008). Antibacterial activities of plant essential oils against *Legionella pneumophila*. . *Water Research* , 42: 78-286.
- Cichelli A., S. M. ((1984)). *composti fenolici delle olive e dell'olio di oliva*. Riv. *Merceol*.
- Cowan M-M. (1999.). Plant Products as Antimicrobial Agents. . *Clinical Microbiology Reviews*. , 12 (4): 564-582.
- Dangles O, S. C. (1992). Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. . *Tetrahedron Lett.* , 33: 5227-30.
- Derwich E., B. Z. (2010). GC/MS Analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco. . *Res. Journal of Agricultural and Biology* , 6 (3):191-198.
- Djebali, N. (2008). Etude des mécanismes de résistance de la plante modèle *Medicago truncatula* vis-à-vis de deux agents pathogènes majeurs des légumineuses cultivées :*Phoma medicaginis* et *Aphanomyces euteiches*.
- Elaboration des études de faisabilité technique, et d'évaluation environnementale ainsi que la supervision technique de mise en œuvre des travaux et du plan de gestion ENVIRONNEMENTALE DU PROJET ARBORICULTURE EN ZONES PLUVIALES (2009).
- FAO, O. d. (2013). importance de l'oléiculture dans le monde.
- Fiorentino, A. G. ((2003)). Environmental effects caused by olive mill wastewaters: toxicity comparison of low-molecular-weight phenol components. *Journal of Agricultural Food* .

- Firentino, A. M. (2003). *Environmental effects caused by olive mill wast water toxicity compareson.*
- Gamel, T. e. ((1999).). Effect of methanol extracts of rosemary and olive vegetable water on the stability of olive oil and sunflower oil. . *Grasas y Aceites*, , 50, pp. 345-350.
- Hagerman AE, R. K. (1998). High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *Food Chem*, 46: 1887-92.
- Hamdi M., E. P. ((1993)). Treatment of detoxified olive mill wastewater's by anaerobicfilter and aerobic fluized bed processes. *Environ. Technol.*, 14, 183-188.
- Heinze, K. (2013). *Tunisie : des huiles d'olives bio de première qualité.*
- Hilal, A., & Chemseddine, M. H. (2002). *Lutte integree contre les ravageurs de l'olivier.*
- Hmouni A., H. M. ((1996)). Résistance de Botrytis cinerea aux benzimidazoles et aux dicarboximides dans les cultures abritées de tomate en Tunisie. *OEPP/EPPO Bull.*, 26, p. 697–705.
- Hossain M-A., Z. I. (2008.). Chemical composition and anti-fungal properties of the essential oils and crude extracts of Orthosiphon stamineus Benth. *Industrial crops and products*, (27): 328–334.
- Huang D., O. B.-L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural & Food Chemistry.*, 53: 1841-1856.
- Hussin N-M., M. R.-R.-A.-F.-A.-N.-K. (2009). Antifungal activity of extracts and phenolic compounds from Barringtonia racemosa L. (Lecythidaceae). *African Journal of Biotechnology*, 8 (12) 2835-2845.
- I, C. (1984). . Application of Trichoderma as a bio control agent, pp. 110-111.
- inc, J. C.-P. (2002). *Le pouvoir antagoniste de Trichoderma*
- INTRNATIONAL OFFICE COUNCIL, C. (2010,2012).
- JAMOUISSI, B. (1955). *Les maladies de dépérissement des Agrumes.*
- Jardak T, T. M. (2007). *techniques de production en oléiculture-protection phytosanitaire- conseil oléicole international p : 287-299.*
- Jardak.J, Jerray.A, & Mahjoub.M. (2004). La protection integree de l'oleiculture dans les pays de l'afrisue du nord.
- Johanne Caron, p. H.-P. (2002). *Le pouvoir antagoniste de Trichoderma.*
- KARRAY, B. (2002). *La filière huile d'olive en Tunisie: performances et stratégies.*
- KHLIF, N. G. (2001). *Caractérisation technologique des variétés d'olivier cultivées en tunisie.*
- l'Agriculture, M. d. (2006). *Direction Générale des Etudes et du Développement Agricole 2004-2005 Tunisie.*

- l'OLive, A. F., & AFIDOL. (2012). Le marché de l'huile d'olive : situation et perspective. *Alexandra PARIS – Responsable communication & économie* .
- Léger, C. (1999). Co-produits de l'huilerie d'olive: les composés phénoliques et leurs propriétés biologiques. *OCL. Oléagineux, Corps gras, Lipides* , 6, pp. 60-63.
- l'olive, A. F. (2012).
- Lopez-Escudero FJ, D. R.-L. (2004). *Evaluation of olive cultivars for resistance to Verticillium dahliae*. *Europ. J. Plant. Pathol.*, 110: 79-85.
- M., B., M., M., & M.N, R. M. (1993). la maladie du pourridié-agaric observé dans des oliverais tunisiennes. *Bull OEPP/OPPE Bull.* .23:447-448.
- M., H. (1991). Nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des margines, effluents liquides de l'extraction de l'huile d'olive. Thèse de l'université de Provence. *Marseille, France* , 166 p.
- Macheix J-J., F. A. (2005). Les composés phénoliques dans la plante : structure, biosynthèse, répartition et rôles. In: les polyphénols en agroalimentaire, Cheynier V., Sarni Machado P. *Lavoisier, Paris:* , 510 P.
- Madi A. (2010.). Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. Thèse magister. Université Mentouri Constantine.: 116 P.
- Mishra A-K. et Dubey N-K. (1994). . Evaluation of Some Essential Oils for Their Toxicity against Fungi Causing Deterioration of Stored Food Commodities. *Applied and Microbiology.* , 60 (4): 1101-1105.
- Mougou, I. (2010). *Contribution à l'étude de la sensibilité de l'olivier à la maladie de la tuberculose (Pseudomonas stavanoii)*.
- Moussaoui.R, Siziani.D, Youyou.A, & ., S. P. ((2010).). Antioxydant effect of phenolic compounds recovered from olive mill wastewater of chemlal variety cultivated in Kabylia (Algeria) on the oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of food, Agriculture & Environnement.* , Vol 8 (3& 4): 86-89.
- Mueller, J. a. (1941). . *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 48: 330-333. .
- Mujica M-V., G. M. (2009). Importance of the extraction method in the quantification of total phenolic compounds in *Phaseolus vulgaris* L. Venezuela. *Interciencia* , Vol. 34, N° 9: 650-654.
- N, G. K. (2007). *Etude de la diversité génétique de l'olivier cultivé en Tunisie : Approche pomologique, chimique et moléculaire*. Thèse de doctorat en Sciences.
- Nelson, P., & Toussoun, T. a. (1983). *Fusarium species: An Illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania State University Press,. *University Park.* , . 193pp.
- Office National de l'Huile, O. (2010). 10, Av. Mohamed V.
- Ownagh A., H. A. (2010). , 2010. Antifungal effects of thyme, agastache and saureja essential oils on *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* and *Fusarium solani*. *Veterinary Research Forum* , 2: 99-105.

- P, L. (2003). Phytopathologie: bases moléculaires de biologiques des pathosystèmes et fondement des stratégies de lutte. De Boeck & Presses Agronomiques de Gembloux (Eds.), Brussels, Belgium, p. 149-167.
- P.M., H. S. (2000). The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 238-243.
- Ramanatsoa, M. L. (2009). *efficacité des fongicides de remplacement dans la lutte contre les agents de la fonte semis attaquant les boutures de caféier*.
- Ranalli, A. (1991). The effluent from olive mills: Proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation. *Olivae*, 37, 30-39.
- Rhouma A., H. B. (2008). *Antimicrobienne activities of Pistacia and Schinus species against some plant pathogenic fungi and bacteria. Scientific research and essay*.
- Rhouma, A. (2012). Principales maladies de l'olivier en Tunisie.
- S. Krid1, A. (2010). Pseudomonas savastanoi endophytic bacteria in olive tree knots and antagonistic potential of strains of pseudomonas fluorescens and bacillus subtilis.
- S. Krid1, A. R. (2010). Pseudomonas savastanoi endophytic bacteria in olive tree knots and antagonistic potential of strains of pseudomonas fluorescens and bacillus subtilis. *Journal of plant pathology*, 92 (2), 335-341.
- Sarni-Manchado P, C. V. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire, Ed. Lavoisier (Tec & Doc), Paris, 300-398.
- Satish S., R. M.-P.-C.-A. (2010). In vitro evaluation of the antifungal potentiality of Polyalthia longifolia against some sorghum grain moulds. *Journal of Agricultural Technology*, Vol.6(1): 135-150.
- SMAOUI, S. (2010). *Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes*.
- Solis-Pereira S., E. F.-T.-G.-G. (1993). Effect of different carbon sources on the synthesis of pectinase by Aspergillus niger in submerged and solid state fermentation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 39: 36-41.
- Spooner-Hart, V. S. (2009). Anthracnose and Cercosporiose on olives in Australia: an update. *Australian & New Zealand Olivegrower & Processor*, 31.
- Subrahmanyam M., H. A.-G. (2001). Antibacterial Activity Of Honey On Bacteria Isolated From Wounds. *Annals of Burns and Fire Disasters*, XIV (I).
- T., Y. (2004). Extraction and Planar Chromatographic Separation Techniques in the Analysis of Natural Products. Conference Room 513 at Viikki Infocentre (Viikin-kaari 11), Faculty of Pharmacy of the University of Helsinki, 64.
- Thakore, Y. (2006). The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology*, 2: 194-208.
- Tiwari B-K., V. V.-P.-P. (2009). Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 5987-6000.

- Triki M. A., A. H. (2006). *Premières observations de Verticillium dahliae sur Olivier en Tunisie*. Bulletin OEPP, 36 (1): 69 -71.
- Triki, A. R. (2008). *First report of Pseudocercospora cladosporioides, the causal agent of Cercospora leaf spot of olive trees, in Tunisia*. *Phytopathol. Mediterr.* 47, 262–265.
- Ünal, M. ((1994).). Polyphénol, o-diphénols et acides phénoliques totaux dans les grignons d'olive et les margines. *Olivae.* , 51:34-35.
- Vazequez R.A., M. D. (1974). *Compentes fenolicos de la aceituna. II*.
- Werner, H. (Mars 2009). *Rhizoctonia, cause de pourritures racinaires sur de nombreuses cultures*.
- Widden, P. (s.d.). Competition and the fungal community. Dans: *The mycota IV. Environmental and Microbiological* (Esser, K, Wicklow, D.T., Sverdrvm, B.E.). Springer-Verlag, Berlin, Allemagne. 1994 , Pp. 135-147.
- Yuri. (2012). *Adhesive Tape Preparation for Examination of Fungi*.
- Z., M. (2006). *Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen*. Thèse magistère. Université de Tlemcen.:
- Zarrin M., A. N.-S. (2010). *In vitro antifungal activity of satureja khuzestanica jamzad against Cryptococcus neoformans.* . *Pak. J. Med. Sci;* , 26 (4): 880-882.

Production d'un compost issu de sous produits de palmier dattier : évaluation et comparaison avec d'autres substrats organiques

Maher Sghairoun^{1*}, Monaem Whichi², Fayez Ben Rjeb², Ali Belhaj² et Ali Ferchichi.³

1. Laboratoire d'Aridocultures et Cultures Oasiennes. Institut des Régions Arides, Kébili 4112.

2. Office de Développement de Rjim Maatoug, Kébili 4200

3. Institut National des Sciences Agronomiques de Tunis, 1002

maher.sghairoun@ira.rnrt.tn

ماخص

إن المستسمد هو الحل الأفضل لمشكلة تراكم كميات كبيرة من مخلفات النخيل والفضلات المنزلية العضوية التي لا يتم تثمينهما بشكل جيد. في هذا السياق تهدف هذه الدراسة إلى إعداد سماد متكون من ثلثين من مخلفات النخيل وثلث من روث الأغنام، لإجراء تقييم بيولوجي وميكروبيولوجي وفيزيوكيميائي وتقييم تأثيره على الصحة النباتية. بالإضافة إلى ذلك تمت مقارنته بسماد من النفايات المنزلية والتجارية وسماد تجاري.

أظهرت التحاليل التي أجريت الاستقرار الفيزيوكيميائي لسماد مخلفات النخيل (pH= 7,47 ; H= 48,38 ; C/N= 38,77 COT=24,43 ; MOT=43). تمكن هذه الخصائص من تثبيت التربة ورفع قدرة الإنبات ويكون لها تأثير إيجابي على نمو النبات والتمثيل الضوئي وتحسين خصائص التربة الواحية فضلا على خلوه من ديدان النيما تودا مما يساعد على الحصول على نباتات عالية الجودة.

الكلمات المفاتيح: مخلفات نخيل التمر، مستسمد، تربة تجارية، نيمتود، واحة

RESUME

Le compostage étant une solution fiable pour la résolution du problème d'accumulation des grands tonnages de sous produits du palmier dattier et des ordures ménagères qui ne sont pas convenablement valorisés.

Cette étude vise la production d'un compost issu de sous produits de palmier dattier composé de 2/3 de déchets et 1/3 de fumier ovins. Elle s'intéresse à l'évaluation physicochimique, biologique, microbiologique et phytosanitaire de ce compost et sa comparaison avec deux autres substrats (un compost issu des ordures ménagères et une tourbe commerciale).

Les analyses effectuées ont prouvé la stabilité physicochimique du compost issu de sous produits de palmier dattier (pH =7,47 ; H=48,38 ; C /N=38,77 ; COT =24,43 ; MOT= 43). De telles caractéristiques permettent l'amélioration de la texture du sol, de la capacité germinative des graines, un effet positif sur la croissance des plantes et une activité photosynthétique exceptionnelle. Il offre une solution efficace pour l'amendement des sols oasiens qui sont naturellement pauvres en matières organiques. De plus ce compost est indemne de nématodes phytophages offrant une qualité phytosanitaire intéressante.

Mots clés : Sous-produits du palmier dattier, compost, Tourbe commerciale, Nématodes, Oasis.

SUMMARY

Composting is a solution for solving the problem of accumulation of many quantities of products under the date palm and household organic waste not properly valued.

This study aims to the production of compost from date palm in palm products composed of 2/3 waste and 1/3 of sheep manure. It is interested to evaluate the physicochemical, biological, microbiological and phytosanitary compost it and its comparison with two other substrates (compost from household waste and commercial peat).

The analyzes have shown the physicochemical stability of the compost produced under the date palm (pH = 7.47; H = 48.38; C / N = 38.77; COT = 24.43; MOT = 43). Such features allow improved soil texture, the germination capacity of seeds, a positive effect on plant growth and exceptional photosynthetic activity. It offers an effective solution for the amendment of oasis soils that are naturally low in organic matter. Also this compost is free of plant-nematode pest offering an interesting quality.

1- INTRODUCTION

Le palmier dattier constitue l'élément fondamental de l'écosystème oasien. Il joue un rôle important au Sud tunisien sur le plan socio-économique et écologique et forme le pilier de l'économie de la région du Djérid et de Nefzaoua et occupe une place de choix dans l'économie nationale.

En Tunisie, l'agriculture oasienne occupe une superficie de 40551 hectares avec un effectif total de palmiers dattiers s'élevant à 5,38 millions pieds. La majeure partie des oasis se trouve dans les gouvernorats de Kébili et de Tozeur. Ces oasis couvrent respectivement 57,2 % et 20 % de la superficie totale.

Il convient de préciser qu'environ 36,4% de ces oasis sont traditionnels (G.I.F, 2010). En effet, la récolte se fait dans un laps temporel réduit; il en résulte une accumulation de grands tonnages de déchets ou des sous produits du palmier dattier qui ne sont pas convenablement valorisés (Sghairoun et *al.*, 2008). L'exploitation des sous produits reste encore limitée à l'alimentation des animaux, au

chauffage, à la construction de cabanes et des articles artisanaux (ANONYME, 1993). Toutefois, ces déchets sont riches en matières organiques et en substances énergétiques. De plus, au niveau des oasis, on assiste à un développement inconsidéré de l'utilisation des engrais chimiques. L'usage de cette fertilisation chimique reste anarchique et non raisonné. Il en résulte une dépendance renforcée des agriculteurs et une menace de l'équilibre écologique de ce milieu très fragilisé.

Dans ce contexte plusieurs recherches ont été effectuées dans le but d'exploiter ces sous produits et de les introduire dans un processus biologique, à savoir le compostage. Dans ce cadre, Mustin (1987) a mentionné que l'utilisation du compost contribue à l'amélioration de la fertilité et de la qualité du sol pauvres en matière organique et la lutte contre la dégradation de la terre par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques.

L'objectif de cette étude est l'évaluer de la qualité du compost oasien par des analyses physicochimiques, biologiques,

microbiologiques et phytosanitaires et sa comparaison avec deux autres substrats : une tourbe commerciale et un compost issu d'ordures ménagères.

2- MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1-Site expérimental

L'étude a été réalisée dans la station

d'appui de l'Office de Développement de Rjim Maatoug située à 120 km à l'ouest de la ville de Kébili, entre le Grand Erg Oriental et Chott Djérid. Cette station couvre une superficie de 10 ha quasiment plantée par du palmier dattier Deglèt Nour (Figure 1).



Figure 1 : La page verte renseigne sur l'emplacement du site expérimental.

2.2-Les substrats étudiés

L'étude consiste à étudier trois substrats organiques:

*Les sous produits du palmier mélangés avec du fumier ovin dans les proportions 2/3 et 1/3. Les sous produits oasiens sont obtenus suite à l'entretien du palmier dattier. Ils sont formés par la totalité des organes végétatifs excepté le stipe ou le tronc. Le fumier ovin frais est issu d'élevage ovin extensif pour produire la viande (élevages de moutons). Il est constitué d'un mélange plus ou moins décomposé de litière la

paille et de déjections (fèces et urine) de mouton et récupéré au niveau de plusieurs bergeries.

*Le compost issu des ordures ménagères : les ordures ménagères proviennent de l'île de Djerba. Elles sont obtenues par biodégradation des déchets fermentescibles des hôtels et des zones touristiques en présence d'oxygène.

*La tourbe commerciale : la tourbe est une substance organique qui constitue un matériau horticole qui apporte l'humidité et l'oxygène aux plantes en croissance. Cette tourbe est apportée de

la France. Elle répond à toutes les normes de qualité d'un produit commercialisé.

2.3-Conditions expérimentales et préparation des échantillons

Cette étude a nécessité la construction de trois fosses en béton ayant une longueur de 3 m, une hauteur de 1,5 m et une largeur de 1m dans un endroit abrité et bien isolé avec un système de récupération du jus de compost. Ces fosses ont servi à la mise en place du **mélange broyat de déchets oasiens** et du fumier ovin (2/3 ; 1/3). A maturité, après environ six mois d'humectation et de retournement nous obtenons un substrat homogène « le compost » suite à une fermentation aérobique qui servira ultérieurement pour nos analyses. L'échantillonnage consiste à bien mélanger le produit, éliminer tous les parasites qui peuvent être présents dans le compost, tamisage si nécessaire pour prendre un échantillon représentatif.

2.4- Paramètres d'étude

Pour **évaluer et comparer les** différents substrats, des analyses physicochimiques et phytosanitaires ont été réalisées avec plusieurs répétitions pour aboutir à des résultats fiables.

- Détermination de pH

Le pH est mesuré selon la norme française NF EN 12176 (mai 1998). La mesure de pH est effectuée par un pH-mètre de type HANNA.

- Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique est mesurée selon la norme ISO 11265 en 1994 par un conductivimètre de type Inolab.

-Détermination de la salinité

La salinité est déterminée selon la norme française ISO11265 en 1994 :

$S \text{ (g/l)} = \text{conductivité} * 0.64$

- Détermination de l'humidité

100 g de chaque échantillon est incubé à 105°C pendant 24 h puis la masse séchée est déterminée à l'aide d'une balance de précision.

L'humidité est calculée selon la relation suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = [(MF-MS) / MF] * 100$$

Avec : MF: masse fraîche de l'échantillon et MS : masse sèche de l'échantillon.

-Détermination de la matière organique totale (MOT)

La détermination de la matière organique totale (MOT) est effectuée selon la norme française NF.76.04.1983 comme suite : La matière organique totale est déterminée à partir de la différence entre la matière sèche et la matière minérale :

$$\text{MOT (\%)} = [(MS-MM)/MS]*100$$

Avec : MS: masse du creuset après séchage de l'échantillon (g) et MM: masse du creuset après incinération de l'échantillon à 550°C.

-Détermination du carbone organique total (COT) :

La détermination du carbone organique total (COT) est effectuée selon la norme ISO 10694 : 1995 (F). Le carbone organique totale est calculé à partir de la matière organique total (MOT) selon la formule suivante :

$$\text{COT(\%)} = \text{MOT}/1.76$$

- Détermination de la teneur en chlorophylle :

La teneur en chlorophylle a été réalisée pour une culture de melon planté sur les différents substrats. L'extraction de la chlorophylle est réalisée par la méthode de HOLDEN (1965) selon les étapes

suivantes :

- ✓ Peser 1g de feuilles et les couper en petits morceaux.
- ✓ Ajouter 20 ml d'acétone à 80 % et une pincée de carbonate de calcium puis broyer les feuilles coupées dans un mortier.
- ✓ Filtrer la solution et la conserver à l'obscurité pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière.
- ✓ Prélever 3 ml de la solution et la doser dans une cuve à spectrophotomètre.
- ✓ La lecture se fait aux deux longueurs d'ondes 645 et 663 nm, et l'étalonnage de l'appareil se fait par la solution témoin d'acétone à 80%.

Les résultats sont déterminés par l'équation suivante:

$$Ca = 12.7 * A_{663} - 2.6 * A_{647}$$

$$Cb = 22.9 * A_{647} - 4.68 * A_{663}$$

$$CPT = Ca + Cb.$$

Avec : Ca : chlorophylle (a). Cb : chlorophylle (b). CPT : chlorophylle totale. A : Absorbance.

- **Analyses nématologiques** : l'analyse des nématodes s'effectue selon les étapes suivantes

- **Extraction à partir d'échantillon du compost** :

Après le mélange et l'homogénéisation des échantillons des composts, tamiser 500 g de chaque échantillon par un tamis à grande maille (2 mm) placé sur un entonnoir qui surmonte un appareil de décantation. La quantité de compost tamisé est soumise à un passage d'un courant d'eau qui permet de véhiculer les nématodes dans le fond de l'appareil en éliminant les éléments grossiers.

- **Extraction à partir d'un échantillon de racines**:

Le principe est le même que celui de l'extraction à partir des échantillons de compost, seulement la décantation est remplacée par le broyage des racines. C'est ce qui permet de libérer les nématodes des tissus végétaux. Dont on prélève 5g de racines de chaque échantillon, les laver, couper en petits morceaux et les introduire dans un mixeur contenant 250 ml d'eau, puis les broyer en deux temps.

L'extraction a été faite sur des racines de melon

2.5-Analyse statistique

Les différentes valeurs ont été statistiquement comparées par le test de Duncan de comparaison multiple de moyenne.

3- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Après sept mois de compostage des déchets oasisiens, un produit stable et mature a été obtenu. Le compost oasisien (**CR**) issu de notre étude, le compost issu de l'ordure ménagée **CJ** (station Houmt souk-Djerba) et la tourbe commerciale **Tr** sont soumis à un panel d'analyses physicochimiques.

3.1-Analyses des pH

Les valeurs du pH des trois substrats sont illustrées par la figure 2. L'histogramme ci-dessus montre que le CJ possède un pH légèrement élevé par rapport à celle de CR. Le pH de la Tr est acide. Le test de Duncan confirme que les trois substrats présentent une différence significative pour le pH.

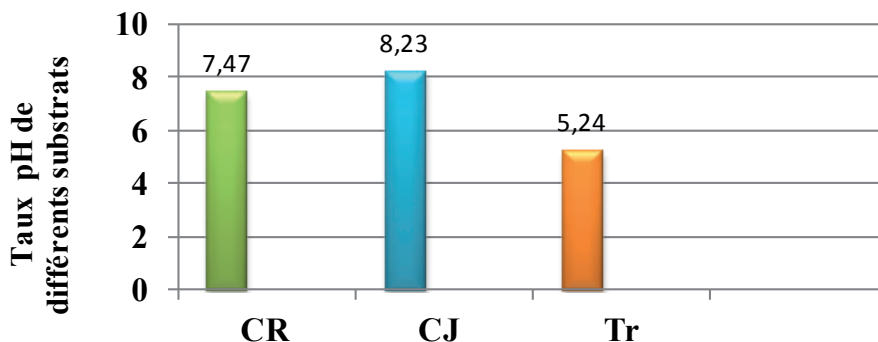


Figure 2 : pH des différents substrats

Malgré cette différence (CR et CJ basiques et Tr acide) qui a été enregistrée, ces valeurs restent conformes à la norme française AFNOR NF44-051. Ces trois types de substrats ne présentent pas des effets négatifs sur la structure et les caractéristiques physicochimiques de sol et aussi sur la germination des plantes. L'utilisation du compost oasisien (CR) est plus recommandée car ce substrat facilite la germination par l'amélioration

de la capacité de rétention de l'eau (LE HOUEROU H. N., 1993).

3.2-Conductivité électrique et salinité

Les valeurs de la conductivité électrique en (mS/cm) et de la salinité en (g/l) sont présentées par la figure 3. L'histogramme montre que la conductivité et la salinité sont proportionnelles, une élévation de la conductivité entraîne une élévation de la salinité et inversement.

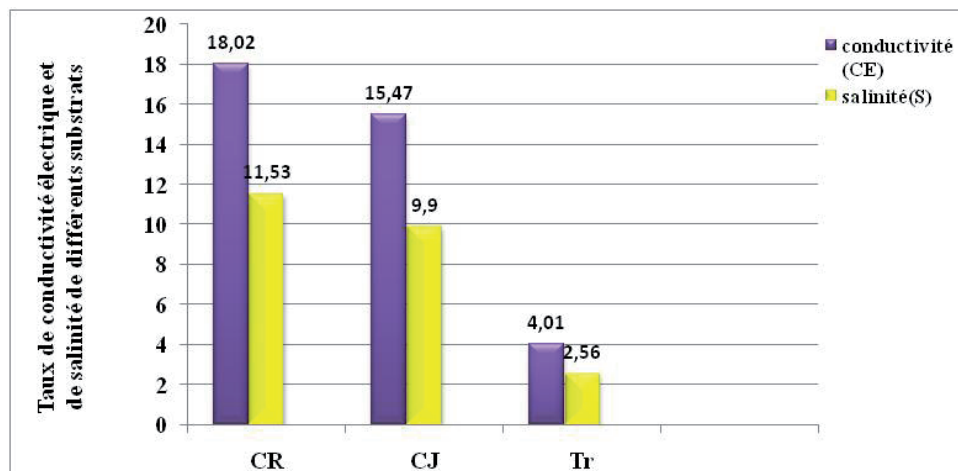


Figure 3 : Conductivité électrique et salinité des différents substrats

En communauté avec la salinité, la conductivité de CR domine celle de la Tr dont ils correspondent respectivement aux valeurs suivant 18.02, 4.01 mS/cm pour la conductivité et 4.01, 2.56 g/l pour la salinité. Le test de Duncan montre que le CR et le CJ ne présentent pas de différences significatives entre eux mais ils présentent des différences avec Tr.

Seule la conductivité de la tourbe est conforme à la norme française **AFNOR NF44-051**. Par contre le CR et de CJ possèdent des conductivités trop élevées par rapport aux normes. L'accroissement de la conductivité électrique et de la salinité peut s'expliquer soit par l'élévation de la salinité de fumier ovin ou les ordures ménagères utilisées (la salinité de fumier ovin de Rjim Maatoug est de l'ordre de 17,98 g/l ou bien par

la richesse de l'eau d'arrosage en sels solubles (La salinité de l'eau utilisée pour l'irrigation à Rjim Maatoug est de l'ordre de 1, 8 g/l de résidu sec).

3.3-Matière organique totale (MOT)

Les résultats correspondant aux matières organiques de divers substrats sont présentés par la figure 4. La tourbe renferme une quantité très importante de matières organiques dépassant les 90 %. Cependant, celle du CR ne dépasse pas les 50 % et le CJ en contient 18 % uniquement. Le test de Duncan révèle une différence significative entre les trois substrats pour la matière organique totale. Les deux substrats CR et la Tr répondent aux exigences réglementaires française qui mentionnent que la quantité idéale des matières organiques dans le compost doit être > à 25%.

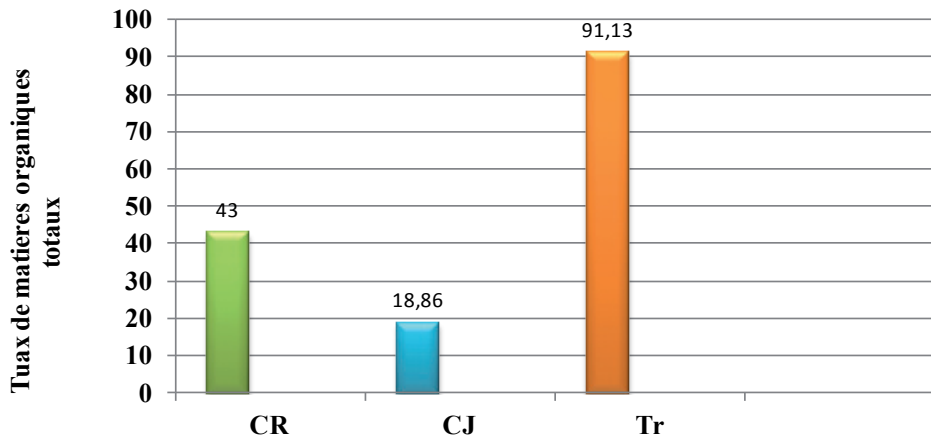


Figure 4 : Matière organique totale des différents substrats

3.4-Carbone organique total (COT) :

Les taux de carbone organique total des différents substrats est présenté par la figure 5.

L'histogramme montre que la Tr correspond au taux de carbone organique

total le plus important et le CJ présente le taux le plus faible. Le test de Duncan signale une différence significative entre les trois substrats pour le carbone organique total. Le carbone total de tous les substrats est conforme à la norme française **AFNOR NF44-051**.

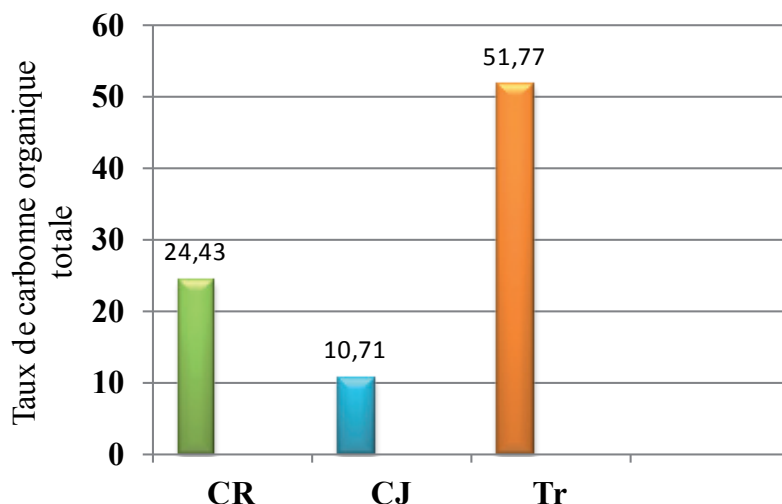


Figure 5 : Comparaison du carbone organique total de différents substrats

3.5- L'azote total

Le taux de l'azote total est présenté dans la figure 6. L'histogramme montre que le CR correspond à un taux d'azote élevé par rapport aux autres substrats qui représentent des taux plus bas. Le test de Duncan montre qu'il existe une

différence significative entre les trois substrats étudiés. Les trois substrats sont inclus dans la norme française AFNOR de l'azote total (0.25-3). Ces résultats sont proches à ceux obtenus par Bouhaouach et *al.*, 2009.

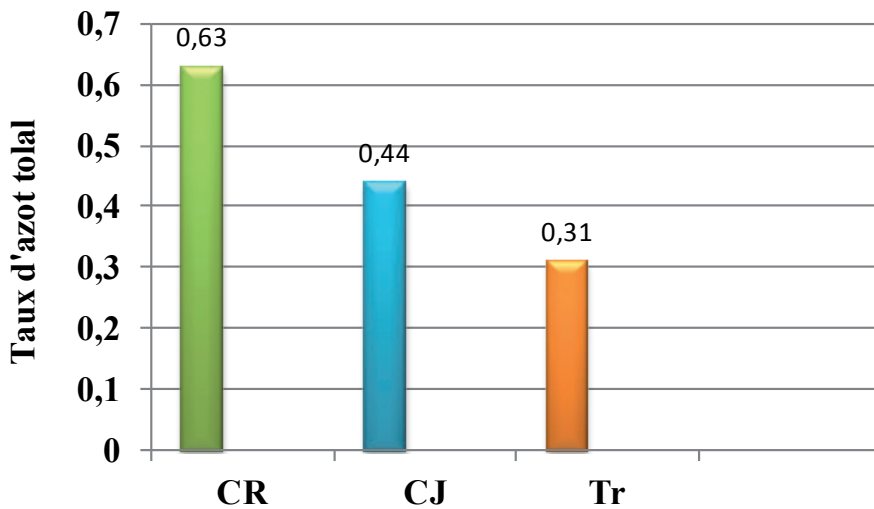


Figure 6 : Taux de l'azote total des différents substrats

3.6- Rapport C/N

Les rapports C/N sont présentés par la figure 7. Les valeurs indiquent que le Tr a un rapport C/N très élevé par rapport aux deux autres substrats. Le test de Duncan signale qu'il n'y a pas une différence significative entre le CR et CJ. Tandis qu'il mentionne la présence des différences pour la Tr et les autres substrats.

Le CR et CJ sont conformes à la norme française AFNOR dont les valeurs tolérables des rapports C/N devraient

être comprises entre 12 et 25%. Nos résultats sont proches des résultats obtenus par Belgacem (2002).

Les analyses physicochimiques montrent que le CR est un compost qui possède des caractéristiques conformes aux normes internationales des produits commercialisés telle que la Tr commerciale. Ceci indique sa haute qualité, ainsi le CR peut être utilisé comme un produit fertilisant du sol et au niveau des pépinières (ITAB 2001).

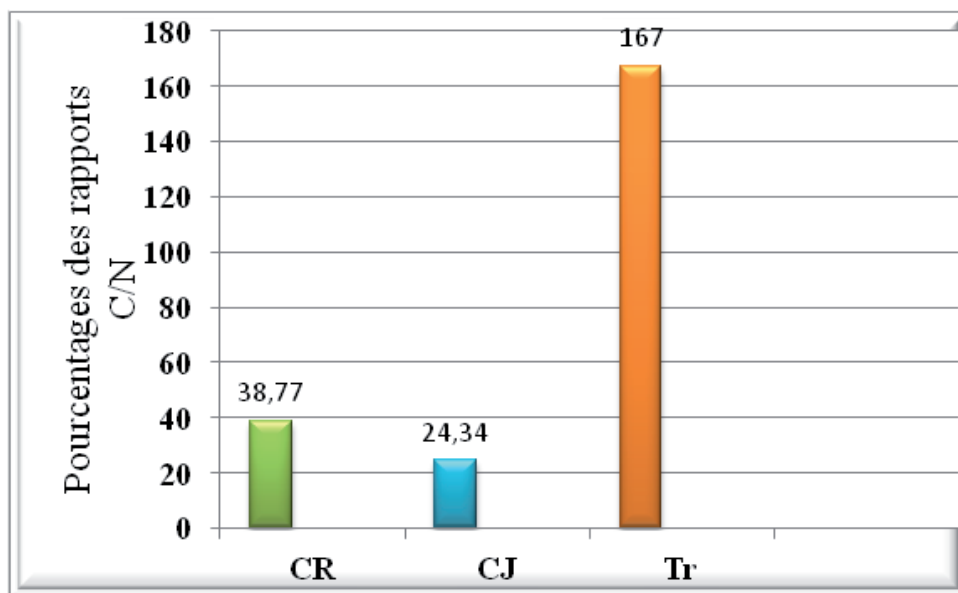


Figure 7 : Les rapports C/N de différents substrats

3.7-Dosage de la chlorophylle

La teneur de chlorophylle des différents substrats est présentée par la figure 8. Ces résultats montrent que l'activité photosynthétique est importante au niveau des plantes de la Tr mais elle est moins remarquable au niveau des plantes de CR et elle est absente dans le CJ ce qui pourrait expliquer la haute toxicité

du compost issu des ordures ménagères.

Le CR occupe un pourcentage plus bas que celui du Tr, mais ceci n'empêche pas que le compost oasien a un bon effet sur la croissance des plantes et une activité photosynthétique intense (Godden, 1995).

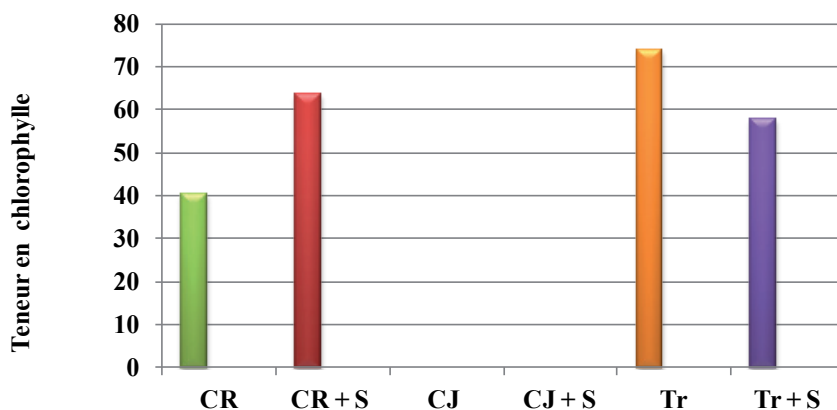


Figure 8 : Teneur en chlorophylle d'une culture de melon planté sur les différents substrats

3.8-Analyses nématologiques

3.8.1- Extraction des nématodes à partir des différents substrats

L'observation microscopique sous loupe binoculaire des suspensions des échantillons des composts et de la tourbe, montrent l'absence des nématodes phytophages. Ces résultats doivent être prouvés par l'observation des nématodes dans les racines des plantes germés dans chaque substrat.

3.8.2- Extraction des nématodes à partir des racines des melons cultivés sur les différents substrats

L'analyse des systèmes racinaires des plantes de melon cultivées sur les trois substrats montre que les racines sont indemnes de nématodes pathogènes.

Les tests nématologiques démontrent que les différents substrats ont des caractéristiques répulsives des dangers phytosanitaires ce qui conduit à leurs utilisation comme amendement organique de sol.

4- CONCLUSION

Lors de cette étude nous avons pu construire des fosses de compostage en béton. Ensuite, on a décidé de préparer un compost issu de 2/3 de sous produits de palmier dattier broyés et 1/3 de fumier des ovins.

Les analyses effectuées sur les différents substrats montrent que le compost issu des sous produits de palmier dattier a des caractéristiques proches des normes françaises NFU44-051. Les différentes valeurs moyennes sont : (pH =7,47 ; H=48,38 ; C /N=38,77 ; COT =24,43 ; MOT = 43). Ces valeurs lui confèrent une stabilité physicochimique remarquable. De plus, les analyses phytosanitaires montrent que ce compost est indemne des nématodes phytophages.

La croissance intense des plantes, révélée par une activité photosynthétique exceptionnelle (un taux de chlorophylle égale à 63.68%), constitue un bon indicateur plaçant pour la particularité de ce compost issu des sous produits du palmier dattier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR. Norme NFU44 051 (1985) : Boues des traitements des eaux usées urbaines, Paris, 11p.
- ANONYME (1993) : Création d'une palmeraie. Recueil des fiches techniques, ITDAS., Biskra, pp 39.
- Association française de normalisation (AFNOR) (1999-a) : Matières fertilisantes et supports de culture. Tome1 : Normalisation. Dans Recueil normes et réglementation. Association française de normalisation. Paris. pp.433-436.
- Association française de normalisation (AFNOR) ; (1999b) : Qualité des sols. Vol.1. Dans Recueil normes. Association française de normalisation. Paris. pp 433-43
- Belgacem I. (2002) : *Contribution à l'amélioration de la qualité des substrats des pépinières modernes*. Mémoire de fin d'études L'ISPT. pp61.
- Bouhaouach H., Culot M., Kouki K. (2009) : Compostage et valorisation des déchets oasiens pour l'amélioration des sols et de la productivité. Symposium International « Agriculture Durable en Région Méditerranéenne (AGDUMED), 14-16 mai 2009, Rabat, p. 235-240.

- G.I.F (2010): **G**roupement **I**nterprofessionnel des **F**ruits. Rapport annuel du G.I.F.
- Godden B. (1995) : La gestion des effluents d'élevage. Techniques et aspect du Compostage dans une ferme biologique. *Revue de l'Ecologie*. No 13.p37.
- HOLDEN (1965) : Chlorophyll In Goodwin, T.W. ed. Chemistry and Biochemistry of plant pigments Academic Press. 461-488.
- ISO 11265 (1994) : Qualité du sol : Détermination de la conductivité électrique spécifique.
- ISO 10694 (1995) : Soil quality: Determination of organic and total carbon after dry combustion.
- ITAB (2001) : Guide des matières organiques, tomes1, deuxième édition, p 22-23.
- LE HOUEROU H. N. (1993) : Le Compostage des fumiers bovins, une pratique pour protéger l'eau. Rapport du congrès «GEMAS-COMIFER Matières organiques en agriculture »
- Mustin M., (1987) : Le compost Gestion de la matière organique. Éd. François Dubusc. Paris, France, 954p.
- NF.76.04. (1983) : Détermination de la matière organique et des cendres. Dosage du carbone.
- NF EN 12176. (1998) : Caractérisation des boues: Détermination de la valeur du pH
- Sghairoun M, Belkadi M.S. et Ferchichi A. (2008) : Estimation quantitative des sous produits du palmier dattier d'une oasis à la parcelle expérimentale d'Atilet. *Revue des Régions Arides*. N°21, pp 422-424.

L'intégration paysagère de l'habitat rural en Tunisie

Naouel FERCHICHI et Hichem REJEB

Unité de Recherche « Horticulture, Paysage, Environnement »

Institut Supérieur d'Agriculture de Chott Mériem

Email : naouelferchichi87@gmail.com

ملخص

يهتم هذا العمل بدراسة المساكن الريفية وإدماجها في المناظر الطبيعية في تونس وكجزء غير منفصل عن المناظر الطبيعية التي تميزها، تمثل المباني الريفية تراثا هشا مهددا للغاية. ولكن بفضل بعض المبادرات المحلية والإقليمية والدولية توجد الهندسة المعمارية الريفية في صلب مختلف المشاريع المتعلقة بحفظ وتعزيز التراث الثقافي والتاريخي المحلي والإقليمي. تأتي بعض الديناميكيات اليوم لتقدم حلا أوليا للحفاظ على هذا التراث وتوفر المستقبل لهذه المناطق، بما في ذلك الاعتراف بوزن «الأقاليم» في الاقتصاد والثقافة والوعي البيئي، التي تجعل من هذا التراث مصدرا قيما للتجذر الإقليمي.

وبناء على تشخيص الحالة الراهنة لانسجام العمارة الريفية مع المشهد الطبيعي والزراعي وعلى الإخفاقات التي تم تحديدها، يتم في هذا البحث سرد بعض المبادئ التوجيهية من أجل ضمان أفضل انسجام للمساكن الريفية في المشاهد الطبيعية.

الكلمات المفاتيح: المناظر الطبيعية، المناطق الريفية، الهندسة المعمارية، تونس.

RESUME

Le présent travail s'intéresse à l'étude de l'habitat rural et de son intégration dans le paysage en Tunisie. Indissociables des paysages qu'elles caractérisent, les constructions rurales constituent un patrimoine fragile, aujourd'hui très menacé. Cependant et grâce à certaines initiatives locales, régionales et internationales, l'architecture rurale se retrouve au cœur de différents projets liés à la conservation et à la valorisation du patrimoine culturel et historique local et régional. Des dynamiques viennent aujourd'hui apporter un début de réponse à la conservation de ce patrimoine et offrir un avenir à ces territoires, notamment la reconnaissance, assez générale, du poids des «territoires» dans l'économie, la culture et la conscience environnementale, qui fait de l'héritage disponible une ressource précieuse pour l'enracinement territorial.

Sur la base du diagnostic de l'état actuel de l'harmonie de l'architecture rurale avec le paysage naturel et agricole et à partir des défaillances recensées, certaines orientations sont énumérées dans ce texte et ce en vue d'assurer une meilleure intégration paysagère des bâtis ruraux.

Mots clés : paysage, rural, habitat, architecture, Tunisie

SUMMARY

This work focuses on the study of rural housing and its integration into the Tunisian landscape. Inextricably linked to landscapes, that they well characterize, rural constructions are a fragile heritage, now highly threatened. However, and with some local, regional and international initiatives, rural architecture is at the center of various projects related to the conservation and enhancement of local and regional cultural and historical heritage. Social dynamic come today to provide some answers to the conservation of this heritage and provide a future for these territories, including the recognition of the weight of “territories” in the economy and culture, and environmental awareness and making the heritage as a valuable resource for territorial development. Based on the diagnosis of the current state of harmony of rural architecture with the natural and agricultural landscape and after the identifying deficiencies, certain guidelines are listed in the current text to ensure better integration of the rural frames into landscape.

Keywords: *landscape, rural, housing, architecture, Tunisia*

1. INTRODUCTION

Dans toute la Tunisie, les paysages ruraux sont aimés pour leur beauté et leur diversité. De fait, le monde rural dans son ensemble constitue un élément inestimable de notre patrimoine.

Indissociables des paysages qu'elles caractérisent fortement, les constructions rurales constituent un patrimoine fragile, aujourd'hui très menacé. En parcourant la considérable littérature de l'architecture rurale, on est frappé par une évidence qui est celle d'une disparité entre la non abondance, de travaux concernant l'architecture rurale et agricole, et la relative richesse des études sur l'architecture urbaine (Chiva et Dubost, 1990 ; Chiva, 1987 ; Colombo, 2003 ; Hassan, 2001).

L'architecture rurale (comme le paysage en général façonné par l'homme) est le reflet des potentialités naturelles et

humaines du territoire. Elle peut être considérée comme le condensé d'une culture régionale spécifique, d'un mode de vie, voire d'une vision du monde. Certes, elle s'est adaptée à un certain nombre de contraintes écologiques et climatiques (Chiva, 2005 ; Calame, 1988 ; Guindani et Doepper, 1990).

Les bâtiments traditionnels ruraux sont à la fois la cause et la conséquence d'un paysage donné. Leur insertion et leur distribution dans l'espace sont liées à la genèse des paysages agraires.

Les progrès techniques et la compétitivité économique ont transformé radicalement les exploitations. L'évolution a touché les modes et les outils de production, les pratiques... entraînant des changements dans l'aménagement de l'espace.

Les constructions agricoles ont évolué

vers des techniques et des volumétries de type industriel, souvent sans prendre en compte l'intégration paysagère. Pourtant, une implantation harmonieuse du bâti et une architecture de qualité contribuent à améliorer le cadre de vie des exploitants et participent à la qualité des paysages ruraux.

Aujourd'hui, l'architecture rurale se retrouve au cœur de différents projets liés à la conservation et à la valorisation du patrimoine culturel et historique local et régional. Ces projets vont de pair avec la mise en valeur d'une forme de tourisme alternatif que l'on pourrait qualifier d'agritourisme, d'écotourisme ou encore de tourisme à la ferme.

Deux dynamiques sociétales récentes viennent, aujourd'hui, apporter un début de réponse à la conservation de ce patrimoine et offrir un avenir à ces territoires « dépayés » : la reconnaissance, assez générale, du poids des « territoires » dans l'économie et la culture, -qui fait du patrimoine le moteur d'une identité partagée-, et la conscience environnementale, qui fait de l'héritage disponible une ressource précieuse pour l'enracinement territorial (Norberg-Schulz, 1997).

Dans cette optique, s'insère ce texte qui sera divisé en trois parties. Dans la première, nous essaierons de mettre en relief la place de l'architecture rurale (vernaculaire) avec ses différents paramètres. Dans la deuxième, et pour rencontrer la double exigence de protéger le paysage des campagnes et de contribuer au développement durable

de l'agriculture, il nous a semblé utile d'éditer les principaux critères destinés à assurer la meilleure intégration possible des habitats dans le paysage. La troisième partie est réservée à définir des orientations pour une meilleure harmonisation des habitats ruraux avec le paysage.

2. PAYSAGES ET ARCHITECTURE RURALE

Une question se pose : Quel est l'avenir de l'architecture rurale à une époque de mobilité accrue, où la distance entre les villes et les campagnes s'est considérablement réduite ?

2.1. Place de la maison dans l'architecture rurale

Précisons que le terme de rural est synonyme d'architecture dite sans architectes, spontanée et indigène. En effet, ce type d'architecture synthétise la plupart des éléments spécifiques qui caractérisent le territoire ; sa forme, ou mieux ses réponses aux facteurs climatiques, topographiques, socioéconomiques, culturels et techniques ainsi que sa matérialisation liée aux ressources endogènes, lui confère une charge symbolique considérable (Fuentes et al., 2010). Ce type d'architecture permet à une collectivité de se définir par rapport à son espace, à ses traditions et à son passé. L'architecture vernaculaire constitue donc un élément identitaire important du territoire. C'est un patrimoine.

Il a été lentement élaboré au cours des siècles, exécuté avec des techniques et des

moyens locaux exprimant des fonctions précises, satisfaisant des besoins sociaux, culturels et économiques. Par le caractère, l'originalité et l'invention, il façonne l'environnement et s'y intègre naturellement (Guindani et Doepper 1990).

Les études consacrées à l'architecture rurale en Tunisie, à son analyse, à ses significations et aux mesures à prendre pour assurer sa sauvegarde se regroupent dans l'étude de la maison rurale qui semble être au cœur et au principe de l'architecture et de l'habitat : la maison est à l'architecture ce que la famille est à la société (Calame, 1991). La maison, telle qu'elle se donne par son modèle de base, se prête à des formes évolutives.

En général, les réflexions sur la maison sont généralement fondées sur des dichotomies : le rural opposé à l'urbain, le vernaculaire au savant, le dedans au dehors, le fonctionnel à l'esthétique, l'architecture sans architectes à l'architecture savante (Stella, 1999).

L'art de construire et la manière d'habiter ont, par leur poids et leur universalité, conduit les chercheurs à faire de la maison et de l'architecture, de l'habitat et de l'habiter, un objet privilégié de leurs recherches.

A la variété extraordinaire des formes bâties correspond à une non moins grande diversité de comportements et d'activités. Leur insertion et leur distribution dans l'espace sont liées à la genèse des paysages agraires.

La maison désigne une forme

fondamentale d'organisation. De nombreuses et importantes recherches, ont porté sur la « maison » paysanne comme institution sociale. Il s'agit selon certains auteurs (Parent, 1982 ; Bromberger, 1987 ; Minke, 2001), d'un groupe domestique localisé doté d'un patrimoine matériel (maison, terres, droits sur les biens fonciers collectifs) et parfois aussi symbolique (nom, prestige, pouvoir), dans lequel s'opère la conjonction de la parenté et de la localité, les deux principes d'organisation qui régissent toutes les sociétés paysannes. Dans tout le territoire tunisien, c'est dans la maison au sens physique que s'enracine et dure cette configuration sociale, économique et spatiale, constituée à la fois de biens matériels et immatériels, d'objets, de savoirs, de techniques, de liens sociaux, ensemble durable et évolutif

2.2. Architecture rurale et identité territoriale

Ce type d'architecture reflète plusieurs dimensions de l'identité territoriale locale et régionale. Elle représente en effet un peu le miroir du territoire, c'est-à-dire de l'espace habité et façonné par l'homme. Toute analyse de l'architecture vernaculaire peut donc se fonder sur une approche conceptuelle caractérisée par trois pôles de référence à partir desquels on peut situer méthodiquement chaque objet à savoir la dimension humaine ; le milieu naturel et paysager et les matériaux endogènes locaux : pierre, bois, terre (García et *al.*, 2003 ; İpekoğlu, 2006).

La dimension humaine : l'homme inscrit dans l'environnement construit ses particularités de nature socioéconomique, culturelle et historique. En Tunisie, comme pour toutes les autres activités économiques, l'agriculture donne à ceux qui la pratiquent un statut social. Ce statut, combiné à d'autres facteurs, définit un mode de vie et une identité à l'ensemble des membres de la communauté. Plus encore, par leur activité économique, les agriculteurs inscrivent dans l'environnement construit et dans le paysage ce mode de vie et tout ce qu'il implique. En d'autres termes, l'environnement construit et le paysage sont l'expression concrète d'une histoire, d'une structure, de modèles culturels, de modes de vie, de valeurs. (Guindani et Bassand, 1982). L'habitat rural illustre aussi les traits culturels de ses occupants et de la collectivité tout entière.

Le milieu naturel et paysager détermine la forme architecturale par le biais des données environnementales comme le climat, la topographie, la morphologie, etc...

L'identité d'une collectivité est aussi fortement liée aux caractéristiques physiques de son environnement ; les liens que la collectivité établit avec celui-ci lui permettent de se définir face à l'extérieur. Si le climat, l'altitude, la topographie et le paysage contribuent à façonner l'identité locale, ils sont également des éléments qui déterminent la structure et la forme de la maison rurale. Celle-ci est aussi en étroite symbiose avec un paysage particulier,

paysage qui constitue un fort facteur d'identification pour les habitants.

Les matériaux endogènes locaux : les ressources endogènes locales, c'est-à-dire les matériaux de construction comme la pierre, le bois et la terre (argile) déterminent aussi la forme et la structure de l'habitat vernaculaire. Ces ressources, qui caractérisent l'environnement naturel local et régional, sont autant d'éléments constitutifs de l'identité territoriale des populations concernées.

2.3. Evolution de l'architecture et des paysages ruraux

En Tunisie, l'habitat rural est étroitement associé à l'histoire de la civilisation rurale, à ses traditions, modes de vie et systèmes de valeurs. La maison paysanne a toujours symbolisé un mode de vie, une identité, voire une vision du monde (Fuentes, 2010). Ceci se dégage de la lecture des réponses apportées par les architectures vernaculaires aux réalités du milieu environnant (climatiques, pédologiques...), les moyens techniques mis en œuvre pour réaliser la construction (choix des matériaux, savoir-faire...), la place de l'habitation rurale et de ses dépendances dans le système de production (Minke, 2001).

Aussi, ceci est reflété par l'observation des relations entre la forme du bâti et l'organisation sociale (structure des groupes domestiques, hiérarchie sociale), les manières de concevoir l'espace habité (intimité ou communauté, ombre ou lumière, cohabitation animale ou protection, niveaux de confort...),

les règles esthétiques qui modèlent l'ensemble (proportions, valorisation du matériau brut ou des revêtements de surface, jeu sur les harmonies de couleurs...).

Cette inscription dans le paysage cultural et culturel, cette harmonie des formes, des fonctions et des significations se trouvent menacées avec la modernisation agricole et la «dépaysannisation» des territoires (Van de Vaart. (2005). Autant l'architecture rurale que les territoires qu'elle caractérisait ont perdu de leur vérité à une époque de mobilité accrue, où la distance entre les villes, le monde et les campagnes s'est considérablement réduite. Des agriculteurs, plus souvent des « rurbains » se sont néanmoins réappropriés les formes et les paysages (Arias et al., 2006).

Deux orientations dynamiques récentes viennent aujourd'hui offrir un avenir à ces territoires «dépaysannés» : la reconnaissance, assez générale, du poids des «territoires» dans l'économie et la culture, -qui fait du patrimoine le moteur d'une identité partagée-, et la conscience environnementale, qui fait de l'héritage disponible une ressource précieuse pour l'enracinement territorial (Canoa et al., 2013 ; Cyrenne et al., 2006).

Aujourd'hui, l'architecture rurale se retrouve au cœur de différents projets liés à la conservation et à la valorisation du patrimoine culturel et historique local et régional. Ces projets vont de pair avec la mise en valeur d'une forme de tourisme alternatif que l'on pourrait qualifier d'agritourisme, d'écotourisme

ou encore de tourisme à la ferme. Face au développement des loisirs de masse, ces offres prônent un tourisme plus « doux », plus respectueux de la nature, du patrimoine endogène et des traits culturels des populations (Ruda,1998). Les initiatives d'hébergement se multiplient chez les agriculteurs en quête de diversification ; elles répondent à une demande croissante de citadins en « mal de nature » et à la recherche d'activités en contact avec la population locale.

Par ailleurs, ces différentes activités et ces projets s'inspirent fortement de la notion de développement durable, une notion qui repose en quelque sorte sur trois piliers : l'écologie, dans l'usage parcimonieux qu'elle prône des ressources naturelles ; l'économie, qui vise la croissance et le développement du bien-être des populations et le social, qui combine l'idée de répartition équilibrée des ressources avec le respect et la valorisation de la culture du territoire. L'architecture rurale est ainsi devenue synonyme d'écologie, de par son usage de matériaux locaux et de ressources énergétiques alternatives comme l'énergie solaire ou éolienne (García et Ayuga, 2007).

Face à une évolution irréversible de la perception et du rôle économique de l'architecture rurale, les opinions publiques ont enregistré, à des degrés divers, une prise de conscience de la valeur des enjeux que représente ce patrimoine d'un point de vue culturel et touristique (Ipekoğlu, 2006).

Cependant, il faut bien reconnaître

que les manifestations diffuses de la protection de l'architecture rurale par le grand public et les associations en Tunisie font, malgré le militantisme ardent de quelques-uns, peu d'impact.

3. Progrès techniques et Implantation paysagère

3.1. Le savoir local

Les détenteurs de savoir-faire en matière d'architecture locale reflètent la permanence d'une grande richesse technique et culturelle dans les régions. A certaines régions correspond, parfois depuis des époques anciennes, l'emploi de techniques et de matériaux spécifiques, au point que l'on peut leur reconnaître l'identité culturelle locale (Calame, 1987).

L'étude monographique pour chaque région a permis de faire émerger l'existence de contextes divers quant à la place qu'occupe aujourd'hui le savoir-faire traditionnel dans la perception du bâti par les usagers. Le cas de la brique joue un rôle important à Nefta ce matériau détient encore une place prépondérante dans la construction neuve.

3.2. Les progrès techniques

Les progrès techniques et la compétitivité économique ont transformé radicalement les exploitations. Cette évolution a touché les modes et les outils de production, les pratiques... entraînant des changements dans l'aménagement de l'espace.

Les constructions agricoles ont évolué vers des techniques et des volumétries

de type industriel, souvent sans prendre en compte l'intégration paysagère. Pourtant, une implantation harmonieuse du bâti et une architecture de qualité contribuent à améliorer le cadre de vie des exploitants et participent à la qualité des paysages ruraux. Préalablement à l'implantation d'une exploitation agricole, les principaux points de vue : routes, haies etc. à partir desquels l'exploitation agricole sera vue, sont à étudier. Cette étude aidera au choix de la forme, de la couleur du bâtiment, du positionnement des plantations à réaliser afin d'enraciner le bâtiment dans son paysage. Une recherche de qualité architecturale et un traitement paysager des abords des bâtiments seront nécessaires pour rendre accueillantes les entrées de village et de l'exploitation (Bedate et *al.*, 2004). La qualité architecturale du bâtiment est essentielle pour assurer son intégration au paysage. L'impact paysager d'une exploitation est lié à l'architecture des bâtiments, à leur organisation et à la qualité des abords. L'entrée de l'exploitation doit faire l'objet d'un aménagement particulier (marquage de l'entrée par la présence d'un arbre à fort développement ou au feuillage intéressant, traitement spécifique des sols...).

4. DÉFAILLANCES DE L'INTÉGRATION DES FORMES ARCHITECTURALES DANS LE PAYSAGE RURAL

Dans toute la Tunisie, les paysages ruraux sont aimés pour leur beauté et leur diversité. De fait, le monde rural

dans son ensemble constitue un élément inestimable de notre patrimoine, et c'est à travers l'architecture vernaculaire que s'incarne et se perpétue l'identité propre à une région. Au-delà de sa valeur esthétique, cette architecture offre un aperçu unique et irremplaçable de certains aspects du patrimoine immatériel : les réponses apportées aux conditions de vie locales, qu'il s'agisse des techniques, des savoir-faire ou des modes d'organisation de la vie sociale.

La modification des formes et de la qualité architecturale participent à la transformation de la silhouette mais aussi à la banalisation du paysage rural.

Une seule toiture de couleur mal choisie, un seul volume incohérent, une implantation avec un terrassement inapproprié du site peut dégrader l'image d'un site. Or dans certains sites, il s'agit d'une véritable surenchère de couleurs de tôle et de façades, dans des formes et des volumes souvent disparates (Zavadskas et Antuceviciene, 2007). Même si les couleurs vives et variées participent à l'identité tunisienne, une trop grande diversité, combinée à des formes et volumes disparates, a souvent un fort impact visuel captant le regard et retentissant sur tout le paysage alentours. Le paysage rural paraît alors de mauvaise qualité.

La reproduction d'un même modèle type d'architecture sur l'ensemble stigmatise la place du bâti dans les paysages, tout en participant à leur banalisation, effaçant les traits caractéristiques de chaque entité paysagère.

Le manque ou l'absence de finition des travaux, pour les constructions neuves comme pour l'ancien, est un autre défaut communément constaté et qui nuit à la qualité du bâti (murs sans enduit ni peinture de façade, ...). Faute de moyens financiers, les constructions sont parfois arrêtées en cours de chantier et restent en l'état. Dans certains cas, le propriétaire débute un niveau en laissant les ferraillements apparents, dans l'attente d'une hypothétique extension supplémentaire.

Le problème est plus important encore pour les bâtiments d'activités, qu'ils soient agricoles, ou agro-industriels ou commerciaux, dont l'aspect esthétique n'est pas toujours la priorité des propriétaires, davantage préoccupés par la fonctionnalité et le faible coût de la construction. La taille souvent imposante de ces bâtiments doit leur conférer un soin particulier. Que ce soit un hangar agricole au sein de son terroir ou une zone d'activités, la mauvaise qualité de la plupart de ces constructions dévalorise considérablement le paysage dans lequel elles s'insèrent. Ce problème est relativement récurrent dans le monde rural

Malgré son immense valeur, le patrimoine rural est menacé sur plusieurs fronts. L'homogénéisation économique, culturelle et architecturale d'un secteur agricole désormais mondialisé est pour beaucoup dans l'évolution actuelle de l'habitat rural (Chiva et al., 1987 ; Guibal, 1987). On observe également une banalisation des paysages par la multiplication de modèles architecturaux

exogènes et stéréotypés, une altération de l'identité paysagère locale en cas de typologie architecturale originale traditionnelle et aussi une altération de la qualité des paysages bâtis par choix de matériaux médiocres et par manque de finition des constructions.

Pour le paysan, il est souvent plus commode, à court terme, d'opter pour des solutions modernes et sans caractère plutôt que de rénover des bâtiments endommagés ou d'en construire de nouveau dans le respect des traditions locales.

Le dépeuplement des campagnes, lui aussi dû en partie à l'industrialisation de l'agriculture, rend inutiles des bâtiments parfois abandonnés à des habitants qui n'ont pas conscience de leur valeur ou ne s'en préoccupent guère.

On comprendra, devant ces deux phénomènes, que le pire des menaces qui pèsent sur cette forme de patrimoine est en fait sa sous-estimation générale. Elle est longtemps restée le «parent pauvre» du patrimoine, peut-être ignorée au profit de monuments plus prestigieux ou de régions à la beauté particulièrement frappante. Les habitants quant à eux, même s'ils apprécient leur patrimoine bâti, ne le reconnaissent pas toujours à sa juste valeur car il leur est trop familier.

5. ORIENTATIONS

5.1. Les déséquilibres de la connaissance et de la sauvegarde

A parcourir la littérature sur le sujet en Tunisie, on est frappé par deux évidences. La première est celle d'une

disparité entre la non abondance, de travaux concernant l'architecture rurale et agricole, et la relative richesse des études sur l'architecture urbaine. Sans doute ce déséquilibre tient-il à la fois à l'attrait du pittoresque urbain, à la richesse de formes et d'usages de l'architecture des villes.

Second constat, qui est aussi un regret : les caractères esthétiques et d'intégration paysagère, *n'ont presque pas fait l'objet d'une prise en considération* et d'une analyse systématiques. L'évocation de l'esthétique architecturale paysanne est négligée par ailleurs.

On peut souhaiter que les choses changent à cet égard, ce que devrait permettre la richesse des données fournies par les grandes enquêtes ou de l'Inventaire général des monuments et richesses artistiques en Tunisie. D'autre part, on ne peut que s'étonner de l'absence, jusqu'à une période récente, d'une politique de conservation de l'architecture paysanne.

Les moyens originaux de conservation de cette architecture que sont les musées de plein air, présents ailleurs dans le monde sont restés inconnus en Tunisie. On souhaite que écomusées et conservatoires ethnographiques, constructions isolées, villages-musées, musées locaux installés dans des architectures traditionnelles se multiplient notamment, sous l'influence du mouvement associatif.

Élargi de la sorte, c'est tout un savoir qui peut et doit être rationnellement utilisé par tous ceux dont les initiatives

visent à sauver, à conserver, à restaurer, à réutiliser les édifices sans splendeur.

5.2. Orientations

Les bâtiments traditionnels ruraux sont à la fois la cause et la conséquence d'un paysage donné. Le paysage agricole n'a rien d'un paysage naturel : créé par l'homme, il reflète l'évolution des politiques en matière d'agriculture. Afin d'abaisser les coûts de production, on modifie radicalement les limites des champs, bouleversant un paysage qui se fait de plus en plus simplifié.

Ainsi, la réhabilitation ne devrait pas porter que sur les bâtiments, mais aussi sur les éléments végétaux, et s'accompagner de l'idée d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement et du paysage (Bedate et *al.*, 2004). Le patrimoine rural englobe bâtiments et paysage, et sa sauvegarde suppose de porter une attention particulière aux changements nécessaires pour valoriser les caractéristiques locales. Cela demande une approche commune (agriculteurs, responsables politiques, etc.) qui est parfois difficile à mettre en œuvre.

Dans le même temps, la prise de conscience de la valeur des paysages et de la nécessité de protéger le milieu s'est développée à un point tel que le paysage devient l'un des facteurs clés du développement.

Pour rencontrer cette double exigence de protéger le paysage des campagnes et de contribuer au développement durable de l'agriculture, il nous a semblé utile

d'éditer les principaux critères destinés à assurer la meilleure intégration possible des hangars agricoles dans le paysage, tout en respectant les critères techniques imposés par chaque spéculation agricole. Ces critères se résument en ce qui suit :

Emplacement des bâtis : les lignes de crête sont à éviter dans tous les cas, car le bâtiment est visible de partout (impact paysager lointain). De plus, à cet endroit, il est beaucoup plus exposé aux intempéries. Les fonds de vallée sont également à proscrire (vues plongeantes). Éviter les paysages ouverts, tels que les plaines sans bosquet par exemple s'il n'est pas possible d'éviter un paysage ouvert, il est recommandé de planter des arbres à haute tige sous forme de bosquets proches du bâtiment, afin de l'encadrer sans le camoufler. Autant que possible, le choix du terrain combinera la possibilité de respecter le terrain naturel avec le choix d'une orientation optimale.

Le choix de matériaux de qualité pour la construction des bâtiments agricoles est un facteur déterminant pour la pérennité de ceux-ci. Qu'ils soient utilisés pour la structure intérieure ou les finitions extérieures, des matériaux de qualité favorisent le meilleur comportement dans le temps du bâtiment.

Les couleurs, les teintes neutres sont les mieux intégrées au paysage. Ces teintes font partie de la gamme des gris/beige/brun. Un matériau brillant devient blanc sous le soleil et attire le regard. Un matériau mat reflétera la lumière de manière beaucoup plus tenue et sera

mieux intégré dans son environnement. La teinte verte employée dans divers matériaux industrialisés (filets brise-vent, profilés, ...) est à éviter. En effet, ces teintes vertes ne sont pas exactement semblables aux teintes naturelles des végétaux. Dès lors, l'objectif de mieux intégrer le bâtiment n'est jamais atteint.

Formes et orientations des bâtiments :

Divers facteurs déterminent la forme des bâtiments : limites imposées par les ressources locales, productivité de la ferme elle-même et constructions exigées par le système de cultures. L'agencement dépend de considérations environnementales et sociales. Les matériaux, formes et volumes récurrents, toujours liés aux conditions locales, définissent des styles d'architecture spécifiques qui deviennent représentatifs du lieu.

S'agissant du climat, la structure cherche à tirer le meilleur parti possible des conditions atmosphériques locales ; par exemple, les façades orientées au sud sont grandes, avec de larges galeries, tandis que les murs orientés au nord sont plus épais.

Plantations autour des bâtiments :

Les essences locales se reproduisent spontanément à l'état naturel. Elles sont adaptées au sol et au climat de notre région et sont plus résistantes aux maladies. Elles s'intègrent de fait au paysage. La végétation sur l'exploitation est présente pour mettre en valeur un point fort : l'entrée, un élément du patrimoine, l'angle d'un

bâtiment... Dans ce cas on utilisera des essences locales particulières pour leur port, leur feuillage, leur floraison. Des alignements d'arbres, des haies peuvent aider à structurer l'organisation spatiale des bâtiments et à créer des liaisons entre l'espace bâti et le milieu naturel. Enfin les végétaux accompagnent les constructions, les mettent en valeur plus qu'ils ne les dissimulent.

6. CONCLUSION

Au terme de cette revue sur l'intégration des habitats ruraux dans le paysage, plusieurs questions restent posées.

On sait désormais mieux comment choisir, parmi les innombrables maisons et villages semblables, ceux que l'on cherchera à conserver en l'état. Cependant, des exigences nouvelles doivent guider une difficile action de conservation. D'une part, le maintien de l'utilisation active des édifices ruraux que l'on veut protéger est la condition même de leur sauvegarde.

Par ailleurs, comment refuser dans ce cas, par exemple, aux occupants d'une ferme, le droit à l'inévitable modernisation des modes de vie et des techniques d'exploitation, sans que celle-ci ait des effets négatifs majeurs sur l'architecture qui les abrite et sur son intégration paysagère ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arias P., C. Ordoñez, H. Lorenzo, J. Herraez (2006) : Methods for documenting historical agro-industrial buildings: a comparative study and a simple photogrammetric method, *Journal of Cultural Heritage*, 7, 350-354
- Bedate A., L.C. Herrero, J.A. Sanz (2004) : Economic valuation of the cultural heritage: application to four case studies in Spain, *Journal of Cultural Heritage*, 5 (2004), 101-111
- Bromberger C., (1987) : « Du grand au petit. Variations des échelles et des objets d'analyse dans l'histoire récente de l'ethnologie de la France » in I. Chiva et U. Jeggle (éds.). *Ethnologues en miroir: La France et les pays de langue allemande*, Paris, Ed. de la Maison des sciences de l'homme, pp. 67-94.
- Calame F., (1988) : « L'entretien du patrimoine bâti : pour un diagnostic des savoir-faire », *Terrain*, n° 11, pp. 120-125.
- Calame F., (1991) : « L'architecture rurale des deux côtés de la manche », *Terrain*, n° 17, pp. 139-145.
- CanoaM., E. Garzóna, P.J. Sánchez-Sotob, (2013) : Historic preservation, GIS, & rural development: The case of Almería province, Spain, *Applied Geography*, 42, 34-47
- Chiva I. (sous la direction de) et D. Chevallier. J. Guibal, P. H. Stahl, F. Calame, (1987) : « Table ronde n° 1. L'architecture rurale : de la connaissance à la sauvegarde », in *Les monuments historiques demain*, Paris, ministère de la Culture et de la Communication, direction du Patrimoine, 17-50.
- Chiva I. et F. Dubost, (1990) : « L'architecture sans architecte, une esthétique involontaire », in *Etudes rurales*, janv.-mars 1990, pp. 9-38.
- Chiva I., « La maison : le noyau du fruit, l'arbre, l'avenir ». (2005) : URL : <http://terrain.revues.org/3182> ; DOI : 10.4000/terrain.3182
- Chiva I., (1987) : « La maison : le noyau du fruit, l'arbre, l'avenir », *Terrain*, n° 9, pp. 5-9.
- Colombo A., (2003) : *Villages des Alpes*, Paris, Flammarion.
- Cyrenne P., R. Fenton, J. Warbanski. (2006) : Historic buildings and rehabilitation expenditures: a panel data approach, *Journal of Real Estate Research*, 28 (4), 349-379
- Fuentes J.M., E. Gallego, A.I. García, F. Ayuga (2010) : New uses for old traditional farm buildings: the case of the underground wine cellars in Spain, *Land Use Policy*, 27 (3), 738-748

- Fuentes José María (2010) : Methodological bases for documenting and reusing vernacular farm architecture, *Journal of Cultural Heritage*, 11, (2), 119-129
- García A.I., F. Ayuga. (2007) : Reuse of abandoned buildings and the rural landscape: The situation in Spain, *Transactions of the ASABE*, 50. 1383-1394
- García L., J. Hernández, F. Ayuga. (2003) : Analysis of the exterior colour of agroindustrial buildings: a computer aided approach to landscape integration, *Journal of Environmental Management*, 69 (1) , 93-104.
- Guibal J., (1987) : « Habiter la maison paysanne. La fonction domestique et l'architecture en Languedoc méditerranéen », *Terrain*, n° 9, pp. 72-81.
- Hassan F., (2001) : Construire avec le peuple, Paris, Actes Sud.
- Ipekoğlu B., (2006) : An architectural evaluation method for conservation of traditional dwellings, *Building and Environment*, 41, 386-394
- Minke G., (2001) : Earth construction handbook, WIT Press, Southampton
- Norberg-Schulz C., (1997) : L'art du lieu, Architecture et paysage, permanence et mutations, Paris, Le Moniteur.
- Parent M., 1982. *Rapport sur la protection de l'architecture rurale*, Paris, Centre de recherche sur les monuments historiques, nov. 1982, dactylographié.
- Ruda G., (1998) : Rural buildings and environment, *Landscape and Urban Planning*, 41 (2), 93-97
- Silvio, G. et Doepper U., 1990. *Architecture vernaculaire, territoire, habitat et activités productives*, Lausanne, Presses polytechniques romandes.
- Stella A., (1999) : *Architettura rurale : la via del recupero : alternative di intervento sull'esistente*, Milan, F. Angeli.
- Van de Vaart H.P., (2005). *Towards a new rural landscape: consequences of non-agricultural re-use of redundant farm buildings in Friesland*, *Landscape and Urban Planning*, 70, 143-152
- Zavadskas, E., J. Antucheviciene (2007) : Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives, *Building and Environment*, 42, 436-451

**Le village berbère de Chenini (Sud-est tunisien) :
richesse d'un patrimoine fragilisé**

Hatem KHATALLI¹, Mongi SGHAIER², Frédéric SANDRON²

¹ Chercheur à l'Institut des Régions Arides de Médenine 4119 Tunisie. Laboratoire d'Économie et Sociétés Rurales. Mail : hatem.khatteli@gmail.com.

² Directeur de Recherche et chef de laboratoire d'économie et sociétés rurales à l'Institut des Régions Arides Médenine- 4119 Tunisie. Mail : sghaier.mon@gmail.com.

³ Directeur de Recherche à l'IRD, membre du CEPED.2 rue Joseph Wetzell Parc technologique universitaire 97495 Sainte Clotilde Cedex. Mail : frederic.sandron@ird.fr

ملخص

تتميز قرية شنني البربرية بثراء وتنوع تراثها المحلي، لكن رغم أهمية هذا الموروث فإن العديد من العقبات أثرت سلبا على خصوصية هذا التراث وأهميته في تحقيق تنمية محلية مستدامة.

يهدف هذا العمل إلى دراسة أهمية التراث المحلي بجهة شنني ومعالجة أهم المشاكل التي قد تؤثر على القيمة الثقافية لهذا الموروث في المستقبل.

ولتحقيق أهداف هذا العمل ارتكز المنهج المتبع على انجاز استثمارات ميدانية لدراسة برامج عمل الأطراف الفاعلة في قرية شنني لحماية وتأمين الموروث. وقد أفضت هذه الدراسة إلى إبراز مدى ثراء الموروث الثقافي المحلي بمنطقة شنني وأهمية دوره في التنمية المحلية وتنميته الاقتصادي والاجتماعي، على أن تباين واختلاف برامج عمل أهم الأطراف الفاعلة في جهة شنني قد أثر سلبا على حماية وتأمين هذا الموروث المحلي.

RÉSUMÉ

En dépit de son potentiel patrimonial riche et diversifié, le village berbère de Chenini se trouve aujourd'hui face à des menaces inquiétantes qui risquent d'endommager la valeur culturelle et le développement local durable.

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'importance du patrimoine local existant dans la région et d'identifier les différentes menaces qui risquent d'endommager sa valeur culturelle. L'approche méthodologique repose sur l'analyse de jeux d'acteurs et la performance du tissu institutionnel local.

L'étude a pu montrer que la divergence des objectifs des différents acteurs intervenants dans le village de Chenini a influencé le processus de patrimonialisation et la valorisation des ressources locales.

Mots clefs : Patrimoine local, acteurs publics, acteurs privés, menaces, jeux d'acteurs.

SUMMARY

Despite of the rich and diversified heritage of the berber village of Chenini (south east of Tunisia), this latter knows today great problems which may damage the cultural value and the local sustainable development.

The present work studies the importance of the local heritage and identifies the different threats that may damage its cultural value. The methodological approach is based on the analysis of sets of actors, and the performance of the local institutions.

The study has been able to show that the divergence of objectives of the different actors in the village of Chenini has influenced the process of patrimonialisation and the exploitation of local resources.

Key words: *local heritage, public actors, private actors, threats, actor games.*

1-INTRODUCTION

Depuis son indépendance, la Tunisie a mis en œuvre plusieurs stratégies de développement dans les zones arides qui ont contribué à faire face à diverses contraintes climatiques et socio-économiques (désertification, émigration, chômage, etc.). Ces stratégies visaient à donner une impulsion aux activités économiques et en même temps gérer durablement les ressources naturelles. Elles ont tenté de répondre aux besoins socio-économiques de la population locale pour valoriser d'une manière appropriée les potentialités existantes.

La problématique générale dans le village de Chenini est marquée par la faiblesse du tissu économique qui est dominé par l'activité agricole. Ce secteur n'a pas abouti à l'établissement d'une dynamique économique à l'échelle locale. Le marché de l'emploi reste caractérisé par un déséquilibre permanent entre l'offre et la demande. Par ailleurs les emplois offerts dans la région sont généralement des emplois

occasionnels et saisonniers, d'où l'exode et l'émigration, notamment des jeunes.

Dans une telle zone qui souffre de plusieurs contraintes, la population locale est forcée à développer une dynamique pour innover et mobiliser les ressources locales valorisables. « *Elles sont même mieux placées que les zones « favorables » pour inventer et mobiliser. Nous faisons, pour notre part, l'hypothèse que les zones difficiles sont plus à même de pratiquer le développement territorial car elles sont dans l'obligation de se mobiliser et donc de valoriser le « capital social » et la gouvernance territoriale.* » (Campagne et Pecqueur, 2009).

Conscients de l'importance des ressources locales dans la région de Chenini, plusieurs acteurs publics et privés ont réagi pour la conservation de ces ressources, le rôle des acteurs au niveau des différentes étapes du processus de patrimonialisation est indispensable pour mener une politique

cohérente et efficace, selon (Di Méo, 2007 : 12) « *il n'existe pas de processus de patrimonialisation sans acteurs collectifs (actants) ou individuels. Inversement, ceux-ci ne peuvent rien, ou presque, sans un minimum d'idéologie ambiante, favorable à l'intervention patrimoniale. Au total, le processus patrimonial résulte de l'interaction dynamique et dialectique d'acteurs et de contextes* ».

1.1-Localisation géographique et aperçu historique de la région de Chenini

La région de Chenini, est une région montagneuse, située dans le sud-est de la Tunisie à 18 Km de la ville de Tataouine. Administrativement, elle fait partie de la délégation de Tataouine Sud, elle est divisée en deux « Imadas¹ » (ancien et nouveau village). La région couvre une superficie de 46 606 ha, comportant 12 quartiers toponymiques comme le montre la figure 1.

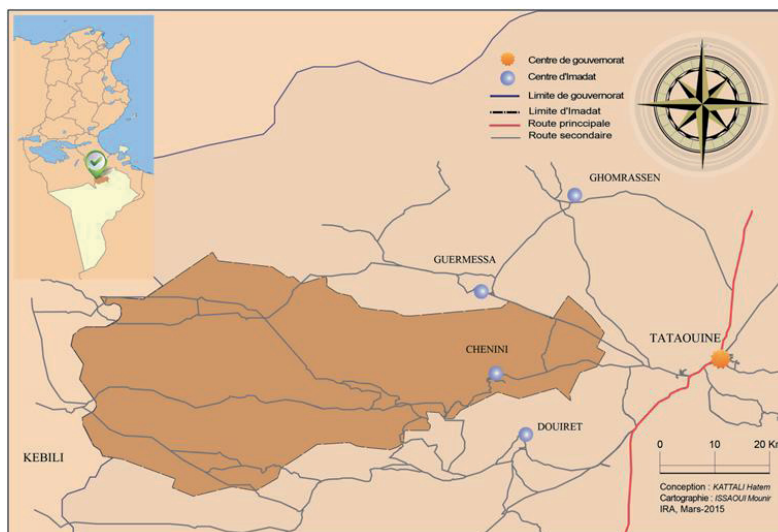


Figure 1. Localisation géographique de la région de Chenini

1 L'imada est la plus petite division de découpage administratif du territoire Tunisien, elle est assimilée à un secteur. L'imada est dirigée par un responsable appelé Omda.

La population qui réside dans le village de Chenini, est berbère « Zénètes ² » (Louis, 1975 : 3). Les berbères qui forment la population autochtone de la région, étaient présents dans cette région avant l'arrivée des Arabes à la fin du VII^{ème} siècle. Les berbères sont considérés comme étant les premiers habitants de la Tunisie et de l'Afrique du Nord en général. Ils se désignaient sous le nom « Amazigh » (hommes libres) (Zaied, 1992 : 57).

Dans le but de se protéger de l'attaque perpétrée par les tribus environnantes à travers les âges, la population locale de la région de Chenini s'est installée dans les montagnes pour organiser et construire un nouveau genre d'habitation spécifique et symbolique pour assurer leur sécurité face aux envahisseurs appelé citadelle « Kalâa : grenier fortifié », ce type d'habitation étant reconnu au Maroc sous le nom d'« Agadir ». Andrés Louis, 1975 dans son livre intitulé « Tunisie du Sud. Ksars et villages de crêtes », a montré que les invasions de la tribu de « Banu Hilal³ » en 1051 était la cause principale qui a poussé la population locale pour

abandonner leurs terres situées dans la plaine de « Djefara⁴ » et s'installer au sommet de la montagne. Il s'agit d'une période d'insécurité au Moyen Age qui a caractérisé non seulement le Sud-est tunisien mais tout le territoire nord africain. D'autres recherches ont nuancé cette idée pour avancer que le besoin économique était le motif principal pour que cette population trouve sa sécurité alimentaire en s'installant au sommet de la montagne face à un climat aride très contraignant (Laroussi, 2010 : 34).

2. OUTILS MÉTHODOLOGIQUES

Notre objectif dans cette recherche est d'une part de montrer l'importance du patrimoine matériel bâti dans le village de Chenini, aussi les risques et les menaces qui risquent d'endommager cette richesse et d'autre part d'appréhender le lien entre « valorisation » et « processus de patrimonialisation-territorialisation ». Le village de Chenini qui dispose d'une richesse très intéressante en ressources locales mais peu valorisées, n'a pas réussi à activer le processus de patrimonialisation-territorialisation. D'après (Gravari-Barbas, 2003 : 54) « *Patrimonialiser un élément permet d'enraciner celui-ci à un espace, et par cet intermédiaire de s'approprier l'espace dans lequel il se trouve, d'opérer une territorialisation. Le patrimoine est ainsi produit de manière à servir de bouclier: il constitue une "valeur sûre" sur laquelle peuvent*

2 Les Zénètes (en amazigh : Lzenaten) également appelés Zenata, ils forment l'une des trois grands groupes amazighs. Les Zénètes sont les fondateurs de plusieurs États amazighs, en Afrique du Nord (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A9n%C3%A8tes>).

3 C'est une tribu arabe qui émigra vers l'Afrique du Nord au XI siècle. Le Khalife des Fatimides Al-Mustansir Billah autorise ces tribus à envahir l'Afrique septentrionale pour à la fois s'en débarrasser et pour qu'elles ravagent des lieux qu'ils ne peuvent plus contrôler suite à l'insurrection des Zirides.

4 Zone de transition entre le désert et la steppe côtière, elle est encadrée à l'ouest par le Djebel Dahar et les dunes du Grand Erg Oriental et au sud par le Djebel Nafusah et le plateau désertique d'El Hamadah Al Hamra.

se construire d'autres revendications, y compris territoriales ».

La patrimonialisation qui est définie comme une action qui vise la conservation et la mise en valeur des ressources locales, va mobiliser un ensemble d'acteurs à l'échelle nationale, régionale et locale voir internationale. Ces acteurs qui seront le principal animateur de ce processus de patrimonialisation, vont influencer d'une façon directe ou indirecte le succès ou l'échec de l'action de mise en valeur de ce patrimoine, notamment leurs convergences ou divergences tout au long du processus. (Vernières, 2011 : 13) a expliqué le rôle des acteurs dans le processus de patrimonialisation comme suit : *« Dès lors, pour qu'un processus de patrimonialisation soit favorable au développement, il est fondamental que l'action de tous les groupes se coordonnent et que des arbitrages soient rendus entre leurs intérêts divergents. C'est là, essentiellement, le rôle des pouvoirs publics. De ce fait, le contexte politique et administratif joue un rôle décisif dans les processus de patrimonialisation ».*

Notre investigation de terrain était conçue moyennant deux types d'enquêtes : une enquête destinée aux acteurs publics et privés intervenant sur le patrimoine local et une enquête destinée à la population locale.

Les deux questionnaires ont été élaborés en relation avec les objectifs de la recherche et les caractéristiques de la zone. Le premier questionnaire, destiné aux acteurs publics et privés, a analysé la nature d'intervention

des acteurs, leurs moyens d'actions et leurs finalités au niveau des enjeux stratégiques. Il s'agit donc de déceler les convergences et les divergences des acteurs vis-à-vis des objectifs associés à l'action de patrimonialisation des ressources locales identifiées. Une réflexion sur la notion de patrimoine et sa perception par la population est centrale dans ce travail. Un deuxième questionnaire d'enquête destiné à la population a servi pour l'identification de la nature de ce patrimoine, son état (menaces et contraintes), son ampleur symbolique en tant qu'identité socioculturelle, suggestions et recommandations pour la préservation de ce site patrimonial.

Ce travail s'est également appuyé sur la méthode MACTOR pour analyser les jeux d'acteurs quant aux menaces touchant le patrimoine local et au processus de conservation.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Identification du patrimoine matériel bâti dans le village de Chenini

La spécificité du territoire, ainsi que les conditions économiques, sociales et politiques ont conditionné le développement d'un savoir-faire tout au long de l'histoire par la population pour s'adapter à un environnement contraignant et fragile. Ceci a permis de tirer profit malgré la faiblesse des ressources du milieu et à faire usage de matériaux et de techniques de construction parfaitement maîtrisées et adaptées. Selon (Landel et al, 2009), *« L'analyse des objets patrimoniaux fait ressortir des éléments majeurs pouvant favoriser une contribution à la*

construction d'une identité autour de produits, de savoir-faire, de paysages et d'éléments bâtis ».

Le patrimoine identifié dans la région montre bien la volonté de l'homme au niveau de l'aménagement d'un territoire pour répondre à ces impératifs de subsistance, de sécurité et de mobilité et d'existence.

Le patrimoine matériel bâti identifié dans la région, représente l'élément essentiel de l'identité propre de ce territoire. En effet, la présence de différents sites dans cette région, symbolisent l'histoire de cette population et donnent un sens et une authenticité à cet espace. Pour (Compagne et Pecqueur, 2014 : 173) « *Le territoire apparaît comme une entité active qui puise son potentiel de développement dans ses ressources locales, entendues au sens large, c'est-à-dire avec ses activités, ses acteurs, ses réseaux* ».

3.1.1. Le ksar de la région de Chenini

Les *ksour* dans la région du Sud-est tunisien existaient depuis plusieurs siècles, comme par exemple au Maroc, en Algérie et en Libye. Leur localisation géographique est spécifique aux franges semi-arides du Sahara maghrébin (Popp et al, 2010 : 20).

Les *ksour* (pluriel du *ksar*), dans cette région étaient des éléments spécifiques surtout pendant l'époque nomade ou le système de production agricole était aléatoire face à une aridité climatique très contraignante. Le *ksar* comme un moyen de stockage devient une nécessité pour assurer la sécurité alimentaire de la population, c'est un lieu d'ensilage par excellence.

L'architecture développée par la population pour la construction du *ksar*, nécessite peu de matériaux. Les pierres, le gypse, l'argile et le bois de palmier sont les principaux matériaux qui ont été utilisés pour la construction de cet édifice original et typique, « l'usage des matériaux de construction d'origine locale représente une réponse parfaite aux conditions géologiques » (Popp et al, 2010 : 35). A cause d'un manque de moyens de transport, le *ksar* était bâti à partir des matériaux trouvés dans la région, profitant ainsi de la prépondérance de la pierre dans la montagne, le gypse extrait des gisements très nombreux qui sera porté ensuite dans des fours à chaux creusés dans le sol pour transformation.



Figure 2. Photo de Ksar dans le village de Chenini (Nos photos, 2014)

3.1.2. Habitat troglodyte

La région du Sud-est tunisien est un territoire très riche d'habitations troglodytes. Ce type de construction constitue une adaptation parfaite à la nature de cette région aussi bien aux formes de relief qu'au climat.

Les populations de ces régions ont un mode de vie très spécifique imposé par un climat aride très difficile. Ils ont trouvé dans ce genre d'habitation la sécurité, pour se mettre à l'abri des envahisseurs et de la chaleur excessive en été et du froid en hiver.

Dans le village de Chenini, l'habitation troglodyte est spécifique à l'encontre des autres constructions, elle est organisée horizontalement sous forme de trois étages. Devant chaque étage il y a une ruelle étroite (piste circulaire) qui permet à la population de descendre au piedmont de la montagne, ou pour monter jusqu'à atteindre le monument du *ksar* situé au piéton. Tout déplacement

au niveau de ces ruelles, se fait à pied ou à dos d'ânes.

Pour la construction de ce type d'habitation, la population locale a profité de l'alternance des couches tendres et des couches dures dans la montagne. La couche dure en haut sera utilisée comme un plafond et l'autre formera la surface de la grotte, « le village se développe peu à peu en amphithéâtre sur les deux reliefs... » (Louis, 1979 : 46). La construction de ce type d'habitation nécessite une main d'œuvre spécialisée appelée « Elhaffar ⁵ ». Actuellement, face au développement des nouvelles habitations modernes avec des nouveaux matériaux de construction qui sont moins coûteux, ce métier traditionnel risque de disparaître de la région.

Devant chaque grotte il y a une clôture. Cette clôture est construite, en profitant des roches qui ont été creusées au moment d'aménagement de cette habitation. Le plafond de cette cour est aménagé par le bois de palmier, ensuite

5 C'est un artisan spécialisé pour la construction d'habitation troglodyte

subdivisé en plusieurs pièces : cuisine, toilette, etc.



Figure 3. Photo des habitations troglodytes dans le village de Chenini (Nos photos, 2014)

3.1.3. Huileries souterraines traditionnelles

L'existence des huileries traditionnelles témoigne l'ancrage de cette culture dans l'histoire et nous donne une aperçue sur les compositions de la vie au niveau de la région. L'huilerie traditionnelle dans ce village à part son rôle économique, elle joue un rôle social très important. Ces huileries sont construites pour répondre aux impératifs d'existence. Actuellement, malgré le développement des huileries modernes et plus performantes, la majorité des habitants préfèrent déposer leurs récoltes à ces huileries traditionnelles. Ces huileries reflètent l'attache identitaire solide de la population à son territoire et à son savoir faire local développé durant toute l'histoire. C'est un lieu qui reflète la cohésion sociale par excellence. En effet, pour la construction d'une

huilerie, toute la population se réuni pour participer à ce travail et chacun de ces habitants prévoit la valeur de son apport. L'huilerie constitue aussi un lieu de rencontre de la population durant la saison de récolte pour discuter des préoccupations économiques, sociales et mêmes politiques. La construction des huileries traditionnelles dans le village de Chenini, nécessite peu des matériaux qui sont très simples et produits à l'échelle locale. Le bois (tronc de palmier) qui sert comme un bras de presse, des pierres creusées de la montagne qui seront ensuite taillées par un spécialiste et les utiliser comme une meule et un cuve de broyage, tout le travail se fait au niveau local.

Actuellement, trois huileries traditionnelles sont fonctionnelles et deux autres sont abandonnées dans le village.



Figure 4. Photo d'une huilerie traditionnelle à traction animale (Nos photos, 2014)

La construction des huileries traditionnelles dans le village de Chenini, nécessite peu des matériaux qui sont très simples et produits à l'échelle locale.

3.2. Jeux d'acteurs et impacts sur le processus de patrimonialisation

3.2.1. Identification des différents acteurs et leurs objectifs

Le processus de patrimonialisation dans le village de Chenini a mobilisé un ensemble d'acteurs privés ou publics.

La divergence des objectifs de différents acteurs intervenants dans le village de Chenini a influencé ce processus. La diversité des acteurs régionaux et locaux qui sont installés à différents échelons a influencé sensiblement la réussite du processus de patrimonialisation (tableau 1).

Tableau 1. Liste des acteurs et leurs objectifs

	Acteur	Abréviation	Objectif
1	Institut national du patrimoine (Bureau régional dans le gouvernorat de Tataouine (responsable : inspecteur régional)	INP	Conservation du patrimoine local
2	Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturelle	AMVPPC	Conservation du patrimoine local
2	Commissariat Régional de la Culture	CRC	Promouvoir le patrimoine local
	Délégation Régional de l'Artisanat	DRA	Promotion du patrimoine immatériel
3	Office de Développement du Sud (Direction Régionale de Développement)	ODS/DRD	Elaboration des plans régionaux de développement
4	Banque Tunisienne de Solidarité Agence Tataouine	BTS	Encourager les initiatives locales pour investir aux activités liées au patrimoine
5	Conseil Régional du Gouvernorat de Tataouine	CRG	Elaboration des plans d'aménagement du territoire
6	Direction Régionale de l'Equiperment et de l'Habitat	DREH	Développement infrastructure
7	Commissariat Régional de Tourisme Tataouine	CRTT	Exploitation et valorisation de patrimoine pour le développement du tourisme culturel
8	Commissariat Régional de Développement Agricole Tataouine	CRDA	Conservation et valorisation du patrimoine naturel
9	Institut des Régions Arides Tataouine	IRA	Actions de recherche pour la valorisation de tout le patrimoine
10	Agence des Promotions des Investissements Agricoles Tataouine	APIA	Promotion des investissements portant sur le patrimoine naturel
11	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux District Tataouine	SONEDE	Développement infrastructure
12	Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz District Tataouine	STEG	Développement infrastructure
13	Agence Tunisie Télécom Tataouine	ATT	Développement infrastructure
14	Associations de Sauvegarde du Patrimoine <ul style="list-style-type: none"> • Association de développement et solidarité Chenini Tataouine • Association de développement économique et promotion touristique au Sud Tunisien 	ADSCT ADEPTST	Sensibiliser la population locale à l'importance du patrimoine Promouvoir la restauration et la réhabilitation des sites patrimoniaux
15	Fédération Régionale des Agences de Voyage	FRAV	Exploitation du patrimoine
16	Fédération Tunisienne de L'hôtellerie	FTH	Exploitation du patrimoine

Source : Nos enquêtes, 2014

3.2.2. Rôles des acteurs et menaces du patrimoine local

L'étude a montré que l'action de conservation et de valorisation des ressources locales a été entravée par des facteurs internes et externes au niveau de la région, donc la réussite d'un processus de patrimonialisation variera fortement en fonction de ces facteurs, selon (Vernières, 2011 : 12), *« la reconnaissance d'un patrimoine est le résultat d'un compromis entre acteurs tout autant que le produit d'une politique qui peut être imposée par le haut »*.

Les faiblesses d'ordre interne au niveau du village de Chenini ont relevé surtout une implication modeste de la population locale, aussi des émigrés pour l'action de conservation et de mise en valeur du patrimoine local. L'insuffisance des actions de sensibilisation et de communication entre les acteurs publics et privés a abouti à un manque de conscience de l'intérêt de ce patrimoine qui risque de s'aggraver avec le temps.

La structure foncière des différents sites identifiés dans le village de Chenini a entravé aussi, la mise en place d'une politique cohérente et efficace pour la conservation et la gestion du patrimoine local. Un nombre important des propriétaires des sites, ne sont pas résidents dans le village, aussi ils ne sont pas impliqués dans les actions de restauration et la mise en valeur de leurs édifices. Les projets des investissements touristiques dans le village de Chenini, n'ont pas respecté dans leur construction et restauration l'architecture originelle. Ces actes sont allés jusqu'à la dénaturation totale de ces monuments et

l'utilisation de matériaux non conformes à la nature de ces sites archéologiques.

L'organisation du cadre institutionnel relève aussi de défaillances très importantes surtout au niveau de centralisation du pouvoir. Ce découpage administratif constitue une contrainte majeure pour la conservation du patrimoine.

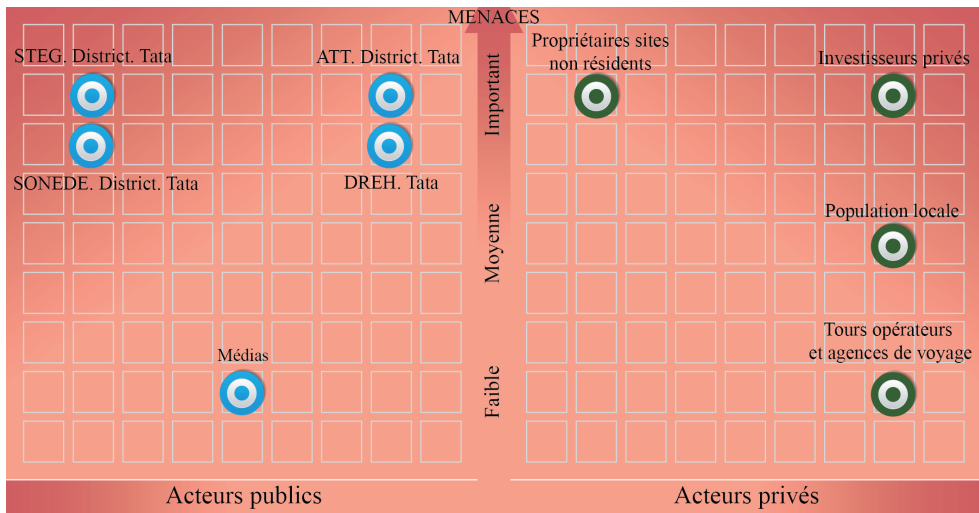


Figure 5. Positionnement des acteurs (menaces)

Source : Propre élaboration

La cartographie d'acteurs du territoire de Chenini, décrite par la figure 5, a permis d'identifier l'implication des acteurs publics et privés aux menaces qui comportent un risque sur la valeur

culturelle et l'intégrité physique du patrimoine local (tableau 2).

Tableau 2. Implication des acteurs aux menaces touchant le patrimoine local

Désignation acteur	Nature de menace	Patrimoine Matériel bâti	
		Cause	Effets/Impacts
Acteurs publics	Démolition de certains sites archéologiques ; Aménagement de territoire mal organisé.	Insuffisance du budget alloué pour le financement de l'entretien et la restauration du patrimoine ;	Risque de perdre certains sites intéressants ;
		Insuffisance des actions de contrôle au niveau des investissements réalisés par différents acteurs ;	Mise en cause l'action de conservation et de patrimonialisation.
		Défaillance du cadre juridique pour la protection de différents sites.	
Acteurs privés	Investissements mal organisés ; Défiguration des sites patrimoniaux dans la région ; Abondance des différents sites par la population (exode rurale, émigration).	Manque d'une conscience de l'importance du patrimoine local par la population ;	Risque de perdre certains sites intéressants ;
		Absence des actions de contrôle au niveau des investissements ;	Mise en cause de l'action de conservation et de mise en valeur de patrimoine local.
		Problèmes fonciers au niveau du patrimoine bâti.	

Source : Nos enquêtes 2014

Par exemple pour les acteurs publics, les investissements réalisés dans le territoire n'étaient pas bien étudiés, en tenant compte de la spécificité du village et la nature de patrimoine existant qui est sensible à toute intervention mal organisée. L'habitat troglodyte dans le village de Chenini, organisé horizontalement sous forme de trois étages, risque d'être menacé au cours des prochaines années. La mise en place d'un réseau pour la distribution d'eau potable à cette population, sans installation d'un système spécifique pour l'évacuation des eaux usées, constitue un risque majeur pour la conservation de ce type d'habitation.

Le développement aussi d'un réseau d'électricité et de télécommunication dans le village a déformé le charme architectural du patrimoine matériel bâti. Certes, le développement de l'infrastructure au niveau de ce territoire

a amélioré les conditions de vie de la population par la disponibilité de différents services, mais aussi elle a remis en cause le processus de « patrimonialisation-territorialisation ».

Les investisseurs privés et la population locale sont impliqués aussi dans les menaces touchant le patrimoine local. L'introduction de nouveaux matériaux de construction non conformes à la nature de ces sites patrimoniaux, a eu des impacts négatifs sur la conservation du patrimoine dans le village de Chenini (figure 6). L'un des éléments critiques de l'étude consiste à permettre la restauration d'un bâtiment traditionnel avec une intervention judicieuse sur son architecture, sa typologie et ses matériaux de construction, tout en en faisant une habitation confortable, répondant aux besoins modernes de ses habitants.



Figure 6. Photo d'une nouvelle maison construite (Nos photos, 2014)

Le marketing territorial dans le village de Chenini, constitue aussi une contrainte. Par exemple le positionnement de l'acteur « Média », pour la diffusion et la valorisation du potentiel patrimonial reste très faible. Le marketing territorial, comme outil du développement local, peut apporter dans l'avenir à ce territoire une possibilité de diffuser son potentiel

patrimonial et son intégration dans la vie contemporaine.

La diffusion plus large des ressources patrimoniales rend possible un développement plus équilibré dans le village et permet à ce territoire de s'identifier dans le mouvement de concurrence qui l'oppose pour attirer et retenir des activités.

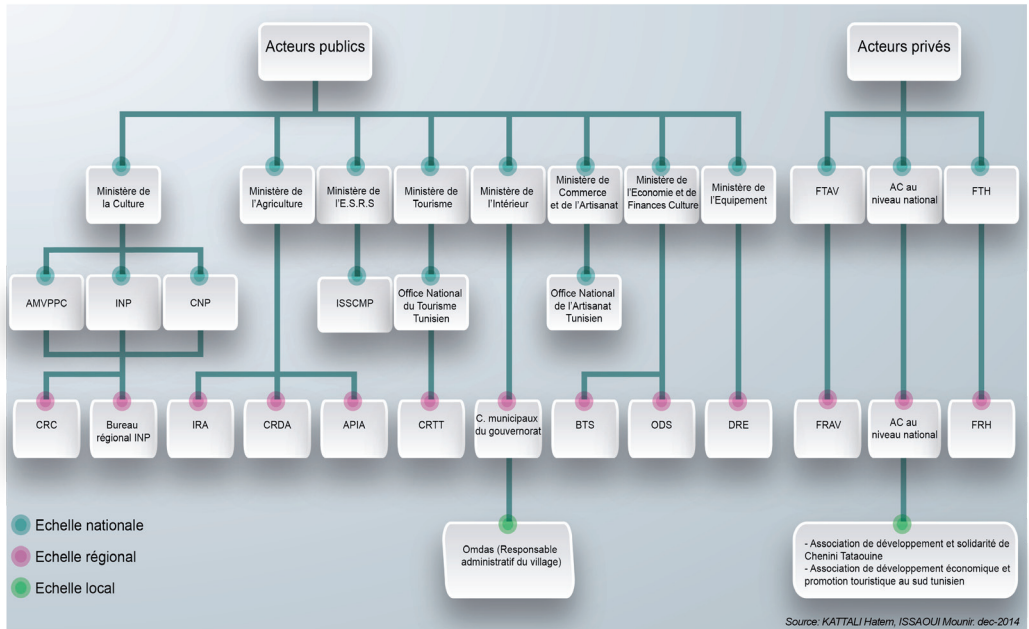


Figure 6. Structure des institutions se rattachant au patrimoine à l'échelle nationale, régionale et local

L'organigramme, qui décrit l'organisation du cadre institutionnel à l'échelle nationale, régionale et locale du patrimoine en Tunisie, illustré par la figure 6, révèle la hiérarchisation des différentes institutions qui s'occupent du patrimoine aux échelles nationale, régionale et locale. Le pouvoir central représenté au niveau de ces institutions est délégué aux administrations régionales en termes d'actions et exécutions pour la conservation et la mise en valeur du patrimoine.

Cet organigramme, relève de défaillances très importantes surtout au niveau de centralisation du pouvoir. Le village de Chenini qui dispose d'un potentiel patrimonial diversifié et important, est un exemple phare en termes des faiblesses du cadre institutionnel. L'absence des acteurs publics au niveau local (figure 7) chargés des actions de suivi et de conservation, absence de coordination et la non effectivité de l'approche participative avec les acteurs non institutionnels, constituent des problèmes majeurs au niveau de processus du patrimonialisation.

La défaillance du cadre institutionnel en Tunisie, était une cause principale de la révolution Tunisienne en 14/01/2011. La centralisation du pouvoir au niveau national, ne permet pas la prise en compte des spécificités de chaque région et ne facilite pas le rapprochement des administrés à l'administration. Par ailleurs, elle implique une bureaucratie excessive qui réduit l'efficacité de l'administration. La décentralisation est restée un simple discours du pouvoir politique. Les citoyens étaient

conscients du caractère simplement nominal et formel du discours sur la décentralisation. C'est ainsi qu'ils ont dirigé leur colère les premiers jours de la révolution contre les représentants de l'État au niveau régional et local. Les manifestants ont inauguré plusieurs slogans attachés à cette problématique, par exemple «démocratie, disparité régionale, décentralisation du pouvoir, etc.).

Face à ce problème majeur, la nouvelle constitution tunisienne, adoptée le 26 janvier 2014 et entrée en vigueur le 10 février 2014, consacre de manière claire le principe de décentralisation du pouvoir au niveau de l'article 14 « *L'Etat s'engage à renforcer la décentralisation et à l'appliquer sur l'ensemble du territoire national, dans le respect de l'unité de l'Etat* ». Aussi au niveau du chapitre VII intitulé « Le pouvoir local ». Ce chapitre comprend 12 articles du 131 au 142. Ces articles ont traité expressément des notions telles que : pouvoir local, décentralisation, intérêts locaux, libre administration, élection des conseils, compétences autonomes, par exemple l'article 132 prévoit que « *Les collectivités locales jouissent de la personnalité juridique et de l'autonomie financière et administrative. Elles gèrent les affaires locales conformément au principe de la libre administration*⁶ ».

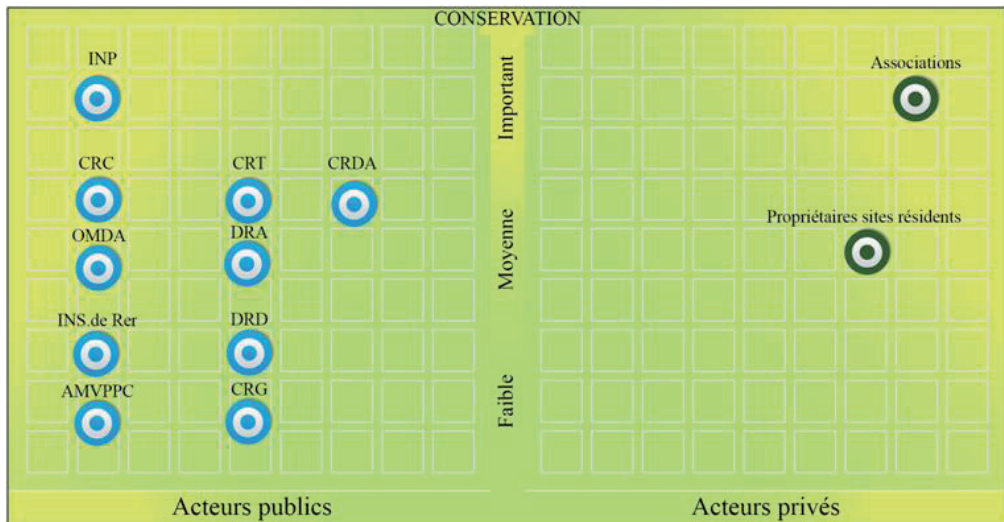
La mise en place effective de la nouvelle constitution en Tunisie devrait engendrer une véritable révolution politique, juridique, culturelle et administrative.

6 Article 132 de la constitution tunisienne 2014

3.2.3. Implication des acteurs au processus de conservation du patrimoine

Plusieurs acteurs sont impliqués dans l'action de conservation du patrimoine local, mais avec un niveau d'influence

qui diffère d'un acteur à un autre. Le pouvoir financier, juridique et la propriété foncière des différents sites constituent des éléments importants au niveau du positionnement de chaque acteur.



Source : *Propre élaboration*

Figure 7. Positionnement des acteurs (conservation)

3.2.3.1. Acteurs publics

L'Institut National du Patrimoine (INP), le seul acteur public qui a une intervention directe, en menant des interventions financières et des actions de sensibilisation pour la réhabilitation et la conservation du patrimoine local, mais certes, un acteur tout seul ne peut pas tout faire.

Au cours de l'exercice 2011 les menaces se sont multipliées peu de temps après la Révolution de janvier 2011. Ces atteintes ont touché surtout le patrimoine matériel bâti à cause de l'absence de l'administration et les actions de

contrôle. Pendant cette période, de nouvelles constructions anarchiques ont été installées, aussi l'introduction des nouveaux matériaux de construction qui ont porté atteinte à l'architecture traditionnelle dans ce village. L'Institut National du Patrimoine a pris connaissance avec inquiétude ces destructions et atteintes du patrimoine local et a lancé un projet pilote d'alerte pour la restauration de différents sites dans le village de Chenini et améliorer les actions de contrôle et de sensibilisation. A part l'importance de ce projet pour la conservation du patrimoine matériel

bâti, ce projet a peu offrir de nouvelles opportunités du travail pour la population locale. Un entretien direct mené avec Monsieur Ammar Othman, responsable de ce projet révèle « *l'importance de ce projet n'est pas seulement de faire des interventions financières directes sur les sites patrimoniaux, mais surtout de sensibiliser les gens sur l'importance de ce patrimoine et de l'intégrer au processus de conservation, donc sans mobilisation dynamique de la société civile ce projet ne peut pas réussir* ».

L'analyse de la figure 7 nous a montré aussi, que l'implication des autres acteurs publics pour la conservation du patrimoine local est moyenne ou faible, comme par exemple le Commissariat Régional de la Culture (CRC), le Commissariat Régional du Tourisme (CRT), la Délégation Régionale de l'Artisanat (DRA) et les Institutions de Recherche. La centralisation du pouvoir était une contrainte majeure pour ces acteurs. Les acteurs régionaux et locaux intervenants directement dans le village ne disposent d'aucune autonomie, le pouvoir étant totalement centralisé.

L'implication des instituts de recherche dans le village de Chenini, mérite d'être renforcée surtout au niveau des programmes de recherche sur les outils d'analyses des performances physiques du patrimoine bâti, sur la valeur économique du patrimoine, les opportunités et les risques des investissements dans la protection du patrimoine.

3.2.3.2. Société civile et patrimoine local

Les deux associations qui sont installées

à Chenini sont : l'Association de Développement et Solidarité Chenini Tataouine (ADSCT) et l'Association de Développement Économique et Promotion Touristique au Sud Tunisien (ADEPTST). Ces associations ont été créées après la révolution de Janvier 2011. En effet, avant la Révolution, cette « société civile » tunisienne était confrontée à un contexte d'autoritarisme et à un ensemble de blocages administratifs et juridiques rendant la création d'associations difficile. La Révolution a permis l'émergence d'une société civile organisée, en particulier grâce au nouveau Décret-loi 2011-88 portant sur le droit d'association et publié le 24 septembre 2011. Cette floraison associative a été active dans le champ de conservation et valorisation du patrimoine.

En effet, ces associations civiles qui sont installées dans la région ont montré une mobilisation intéressante au processus de conservation. Elles cherchent à interpellier les pouvoirs publics sur la nécessité de prêter une attention particulière au patrimoine local, en y faisant les restaurations, rénovations nécessaires et en mettant fin aux constructions anarchiques ; il s'agit également de prendre en compte des problèmes quotidiens des habitants.

Mais, malgré cette motivation importante de la société civile à l'échelle locale pour conserver cette richesse, la défaillance du cadre institutionnel, l'insuffisance des moyens et l'absence d'une coordination entre les différents acteurs, ont influencé négativement l'apport des associations dans la sensibilisation de la population aux valeurs du patrimoine,

aussi à l'intérêt identitaire, social et économique, pour sa protection et sa mise en valeur.

4-CONCLUSION

La divergence des objectifs des différents acteurs intervenants dans le village de Chenini a influencé négativement le processus de patrimonialisation et la valorisation des ressources locales. La diversité des acteurs locaux qui sont installés à différents échelons a des comportements et des intérêts différents, donc la réussite du processus de patrimonialisation variera en fonction de ces intérêts.

La révolution du 14 janvier 2011 a offert une opportunité pour remettre à plat l'ensemble de la politique de développement et de faire des régions défavorisées des pôles de croissance sur la base d'un nouveau modèle de développement.

Le développement territorial et la valorisation des ressources patrimoniales

nécessitent une gouvernance locale qui permet un arbitrage entre les différents acteurs et qui permet la conciliation entre des intérêts parfois divergents. Il s'agit de mettre en place une forme de gouvernance qui assure la gestion des ressources collectives de manière démocratique et inclusive. Cette forme de gestion doit être en mesure de permettre le dépassement des conflits entre les différents acteurs et de les faire tendre vers des objectifs qui constituent un dénominateur commun. Pour cela, il est nécessaire que les conditions de l'environnement économique, social et surtout politique soient favorables à l'organisation de la population concernée. Il s'agit donc de mettre en place un cadre de concertation entre ces acteurs. Concrètement, cela se traduit par la mise en place d'institutions nouvelles ou la réactivation de formes traditionnelles d'organisation de la population.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-Antoine Landel P., Senil Nicolas. (2009) : « Patrimoine et territoire, les nouvelles ressources du développement », *Développement durable et territoires*, Dossier 12/2009, mis en ligne le 13 janvier 2009, consulté le 08 avril 2015. URL : <http://develop-pementdurable.revues.org/7563> ; DOI : 10.4000/développement durable.7563

-Campagne et Pecqueur (2009) : Zones difficiles, territoires de développement ? *Revue des Régions Arides –Numéro spécial- n°31 (2/2013)* pp. 15-34

-Compagne P., Pecqueur B. (2014) : *Le développement Territorial, une réponse émergente à la mondialisation*. Éditions Charles Léopold Mayer 2014, 267p.

-Di Méo G. (2007) : Processus de patrimonialisation et construction des territoires. Colloque « Patrimoine et industrie en Poitou-Charentes », 12-14 septembre (2007), Poitiers-Châtelleraut, France, 19 p. Consulté le 02 janvier 2014. URL :

-Gravari-Barbas M. (2003) : « Le patrimoine territorial. Construction patrimoniale,

construction territoriale: vers une gouvernance », in J. Beauchard (dir). *La Mosaïque territoriale, enjeux identitaires de la décentralisation*, Paris, Éditions de l'aube, Bibliothèque des territoires, lien social et politique, Numéro 52.pp. 51-66.

-Landel P-A., Pecqueur B. (2009) : La culture comme ressource territorial spécifique. Centre d'Études et de Recherche sur le droit, l'Histoire et l'Administration Publique. Administration et politique : une pensée critique sans frontières. Dialogue avec et autour de Jean-Jaques Gleizal, Presses Universitaires de Grenoble, pp.181-192, 2009. Consulté le 21 novembre 2014. URL :

-Laroussi K. (2010) : Le Gsar : vestige de temps nomades. *Revue des Régions Arides* (Numéro spécial)-Actes de l'atelier« Diversité du patrimoine culturel et naturel dans le Sud-est tunisien : problématique de la conservation/valorisation, p 47-97.

-Louis A., (1975), Tunisie du Sud, Ksars et villages de crêtes. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, 15, quai Anatole-France- 75700 Paris, 357p.

-Popp H., Kassah A. (2010) : Les ksour du sud tunisien, Atlas illustré d'un patrimoine culturel. Éditions de l'imprimerie Lorenz Ellwanger, Bayreuth, Allemagne, février 2010, 400p.

-Vernières M. (2011) : Patrimoine et développement. Etudes pluridisciplinaires. Editions Karthala, collection Gemedev, Paris, novembre 2011, 174p. Consulté le 03février 2014. URL :

-Zaied A. (1992) : Le monde des Ksour du Sud-est tunisien. Éditions fondation nationale pour la traduction, l'établissement des textes et les études, Beit Al-Hikma-Carthage, 268p.

-http://www.ades.cnrs.fr/IMG/pdf/GDM_PP_et_CT_Poitiers.pdf

-[http://www.gemdev.org/publications/patrimoine/MEP%20Patrimoine%20et%20d%E9veloppement%20\(01\)%20intro.pdf](http://www.gemdev.org/publications/patrimoine/MEP%20Patrimoine%20et%20d%E9veloppement%20(01)%20intro.pdf)

-http://www.lesepl.fr/pdf/congres/congres_2009_marketing_territorial_2.pdf

-<http://www.ulb.ac.be/soco/asrdlf/documents/PecqueurLandel.pdf>

Intégration inter régionale du Sud Tunisien vue sous l'angle des indicateurs socioéconomiques régionaux : Potentiels et contraintes des secteurs productifs

JAOUAD Mohamed¹; BECHIR Riadh¹; MAHJOUBI Afef¹ & HAOUET Farhat²

¹Chercheur Institut des Régions Arides – Médenine

²Technologue principal à l'ISSET de Gabès

Mail de correspondance : Mohamed.Jaouad@ira.mrtr.tn

ملخص :

يهدف هذا المقال لتحليل إمكانات ومعوقات القطاعات الإنتاجية في ولايات الجنوب الستة (مدنين، تطاوين وقابس وقبلي وتوزر وقفصة) باستخدام البيانات الاستكشافية للتحليل المكاني لمجموعة من المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية الإقليمية (SRI) لـ 48 معتمدية باعتماد معطيات جمعت من طرف ديوان تنمية الجنوب، تحت عنوان «ولايات الجنوب في أرقام». وسيتم استخدام منهجية التحليل الوصفي المتعدد الأبعاد وتحديدًا طريقة تحليل المكونات الأساسية (PCA) لتحقيق هذا الهدف. كما يهدف هذا البحث إلى تجميع المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية الإقليمية من أجل تطوير وتصنيف المناطق وإبراز أوجه القصور وعدم المساواة الممكنة التي تعيق تنميتها. ثم يتم رسم خريطة لتحديد المسارات الزمنية لتطوير المناطق المختلفة وتسهيل الضوء على التقدم المحرز في مجال التكامل بين الجهات والتنمية المستدامة. وأظهرت النتائج وجود ارتباط مكاني شامل وتباين كبير على مستوى البنية التحتية يحول دون وجود نهج تكاملي بين القطاعات الإنتاجية بالجنوب التونسي.

RÉSUMÉ

L'objectif de cet article est d'analyser les potentiels et les contraintes des secteurs productifs dans les six gouvernorats du Sud de la Tunisie (Médenine, Tataouine, Gabès, Kébili, Tozeur et Gafsa) à l'aide de l'Analyse Exploratoire des Données Spatiales appliquée à un ensemble des Indicateurs socioéconomiques régionaux (ISR) des 48 délégations sur la base des données élaborées par l'Office de Développement du Sud, intitulé 'Gouvernorat du sud en chiffres'. A cette fin, la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP) sera utilisée afin de répondre à cet objectif. Cette recherche se propose d'agrèger les indicateurs socioéconomiques régionaux afin de dresser une typologie des régions et de discerner les éventuelles défaillances et inégalités freinant leur développement. Ensuite, il sera question de tracer une carte chronologique repérant les trajectoires temporelles de développement des différentes régions pour mettre en exergue les avancées réalisées en termes d'intégration interrégionale et de développement durable. Les résultats montrent l'existence d'une forte auto corrélation spatiale globale et locale ainsi qu'une forte hétérogénéité dans la distribution des infrastructures qui ne concoure pas à une démarche intégrative des secteurs productifs dans le Sud tunisien.

Mots clés : Indicateur, socio-économie, Secteurs productifs, Sud, Tunisie, ACP, Typologie

SUMMARY

The objective of this article is to analyze the potential and constraints of the productive sectors in the six governorates of southern Tunisia (Medenine, Tataouine, Gabes, Kebili, Tozeur and Gafsa) using the Exploratory Analysis Spatial data for a set of regional socioeconomic indicators (SRI) of 48 delegations on the basis of data compiled by South Development Office (O.D.S), entitled "Gouvernerates in figures". To this end, the Principal Component Analysis method (PCA) will be used to meet this objective. This study aims to aggregate the regional socio-economic indicators in order to develop a typology of regions and discern the possible shortcomings and inequalities hindering their development. Then it will issue to draw a chronological map identifying temporal trajectories of development of different regions to highlight the progress made in terms of inter-regional integration and sustainable development. The results show the existence of a strong self-global and local spatial correlation and a strong heterogeneity in the distribution of infrastructure will not be competing in an integrative approach of the productive sectors in Southern Tunisia.

1. INTRODUCTION

« Le développement est la combinaison des changements mentaux et sociaux d'une population qui la rendent apte à accroître cumulativement et durablement son produit réel global » (*Perrox, 1966*). En somme, un développement durable consiste à conjuguer le développement économique et le développement humain. La réussite d'une mutation de tous les indicateurs socioéconomiques au niveau national est tributaire d'un développement harmonieux de ces derniers au niveau régional. Ce développement devrait s'inscrire dans une politique de régionalisation volontariste renforcée par la réduction des inégalités entre les territoires au moyen d'une péréquation efficace des ressources. Toute politique régionale devrait s'appuyer sur une connaissance approfondie de la dynamique économique des régions, de leur niveau de développement actuel et de

leur potentiel en termes d'atouts et de contraintes pour un développement futur durable et soutenu (*Abassi, 2007*). L'analyse de la dynamique socioéconomique régionale ne peut avoir les résultats escomptés avec une prospection limitée.

Cette recherche se propose d'agrèger les indicateurs socioéconomiques régionaux afin de dresser une typologie des régions et de discerner les éventuelles défaillances et inégalités freinant leur développement. Ensuite, il sera question de tracer une carte repérant les tendances de développement des différentes régions pour mettre en exergue les avancées réalisées en termes de développement durable. Enfin, un indicateur synthétique de développement régional sera construit en vue de classer les régions suivant leur niveau de développement.

2. CHOIX DE LA MÉTHODE

Les indicateurs de développement régional permettent aux décideurs de disposer d'un moyen tangible pour la connaissance, le suivi et l'évaluation de l'état du développement socioéconomique régional. Cependant, un tableau de bord de ces différents indicateurs ne donnerait pas une image claire vu l'hétérogénéité de ces indicateurs selon le domaine qu'ils couvrent. En effet, la multiplicité des dimensions du développement empêche d'effectuer des comparaisons temporelles ou spatiales appréhendant ce dernier comme un tout. A priori, seules sont possibles des observations partielles, portant sur un ou plusieurs indicateurs.

Dès lors, le besoin de la construction d'une mesure composite plus complète est indéniablement important. Cette mesure permettra d'agrèger toute l'information dans un indicateur synthétique couvrant la plupart des volets socioéconomiques.

A cette fin, la méthode d'Analyse en Composantes Principales (ACP) sera utilisée afin de répondre à cet objectif (*Cliff A.D. and Ord J.K., 1973*). Cette analyse factorielle permet de regrouper les indicateurs initiaux en un nombre limité d'indicateurs synthétiques appelés facteurs qui seront plus simples et plus clairs à interpréter à la différence de l'information initiale qui est trop abondante pour être exploitée dans son état brut (*Lebart et al, 1997*). Outre son rôle de synthétisation, cette méthode permet de dresser une typologie des

régions suivant leur ressemblance sur la base de ces facteurs.

L'ACP portera sur un échantillon de 26 indicateurs (voir annexe) relatifs aux 48 régions du découpage administratif. Ces données couvrent la majorité des domaines ayant trait au développement durable à savoir les indicateurs de la démographie, des secteurs de production, de l'emploi, de la décentralisation, de l'enseignement et de la santé. La période d'étude de la présente note concerne les années 2010 et ce, pour des raisons d'homogénéité et de disponibilité de l'information.

3. CARTOGRAPHIE SOCIO-ÉCONOMIQUE RÉGIONALE EN 2010

L'analyse des données socioéconomiques régionales de l'année 2010 par l'ACP permettra de dresser une cartographie de développement socioéconomique relative aux régions (*Poidevin, 1999*). Cette cartographie représente l'état de développement de ces régions en cette date (*Can, 1992; Can et Megboluge, 1997; Pace et Gilley, 1997*).

3.1 Analyse des ISR et construction d'un repère synthétique

Une première analyse a été appliquée aux indicateurs socioéconomiques régionaux (ISR) disponibles. Cette première esquisse a pour objet de trier les ISR et en ressortir une liste représentative et discriminante (26 indicateurs) (*Hauret, L, 2005*). L'étude de ces derniers a permis de les représenter selon un plan synthétique (plan factoriel) résumant l'ensemble de l'information à hauteur

de 75,5% (inertie expliquée). L'analyse du graphe des corrélations, constitué de la projection des ISR sur ce plan, a pour objectif d'effectuer un bilan des liaisons entre les indicateurs et de caractériser les axes formant le référentiel de ce plan. Cette classification des ISR aidera à interpréter la cartographie régionale et d'en tirer une typologie homogène de ces régions selon leur niveau de développement socioéconomique.

Le premier axe représente les ISR ayant trait au développement socioéconomique et à l'accès aux services de base. Il représente les régions ayant une concentration démographique apparente (population élevée) attirée par un développement industriel et une infrastructure plus commode à l'installation (soins médicaux et enseignement). Cette pression démographique se ressent sur le développement du secteur d'habitat et la consommation élevée en électricité. Ce schéma de développement revient à l'attraction naturelle qu'exerce une région opulente, peuplée et dotée d'un système de prise en charge sociale.

Quant au deuxième axe, il représente les régions à vocation rurale en affichant une superficie agricole utile plus grande que le reste des régions et donc un taux d'urbanisation plus faible. L'activité agricole dans ces régions est plus intense et permet de garantir une activité en emploi élevée, quoique précaire. Par ailleurs, cet axe représente les régions ayant une activité agricole prospère.

3.2 Cartographie socioéconomique régionale

La distribution des régions sur le plan factoriel, constitué par les indicateurs socioéconomiques régionaux, permet de restituer une cartographie des régions selon l'état de leur développement socioéconomique. Schématiquement, l'axe des abscisses classe les régions, de la gauche vers la droite, en fonction du niveau d'accès aux services sociaux de base, particulièrement la santé et l'éducation, et de leur niveau d'industrialisation. Le deuxième axe classe les régions à caractère rural et ayant une vocation économique vouée à l'agriculture. En outre, cet axe représente les régions ayant une activité agricole et d'élevages florissants.

Les régions ainsi réparties sur la cartographie socioéconomique peuvent être segmentées en cinq groupes homogènes :

3.2.1- Régions à forte concentration de l'activité économique et administrative

Ce groupe forme la région du Gafsa Sud, Zarzis, Houmt essouk et Gabes Medina. La région de Gafsa Sud constitue le noyau dur du système productif industriel minier. Le phosphate est la principale richesse de la région qui compte 47 entreprises industrielles. Le gouvernorat de Gafsa se situe au sud-ouest de la Tunisie entre les hautes steppes et le Sahara. Il est entouré de 5 gouvernorats : le gouvernorat de Kébili au sud, Tozeur au sud-est, Gabès, au sud-ouest, Sidi Bouzid, au nord-est, et Kasserine au nord-ouest. Se situant au centre de trois régions économiques, Gafsa est un trait d'union entre les différentes régions du pays. Le secteur agricole est basé essentiellement sur l'arboriculture. En effet, on compte 114 887 hectares d'arbres fruitiers : olives, amandes et pistaches, 10 746 hectares de culture irriguée et un cheptel de l'ordre de 400 000 têtes ovines, bovines, caprines et camelines.

La délégation de Zarzis possède une très large façade maritime. Zarzis est connu par son port ainsi que sa zone franche implantée il y a quelques années. Dans le secteur industriel, c'est l'industrie agroalimentaire qui domine avec 55 entreprises sur 89. L'olivier occupe une place particulière à Zarzis où l'on compte 1 228 700 pieds occupant une superficie de 61 335 hectares dont 85 %

sont en pleine production. La production est transformée grâce aux 57 huileries de la délégation et procure plus de 5 000 emplois directs. À Zarzis, il existe deux ports distincts : Zarzis et Hessi Jerbi. Le port de commerce de Zarzis possède une capacité de trafic commercial de deux millions de tonnes par an. Il s'étend sur 32 hectares dont 5 000 m² de hangars, dispose d'un quai de commerce de 700m pour navires de 25 000 à 35 000 tonnes et d'un terminal pétrolier. Le port de Zarzis est doté depuis 1993 d'une zone franche couvrant une superficie de 38 hectares et dispose depuis 1999 d'une surface de 10 hectares dans l'enceinte portuaire.

Ces régions, de ce fait, destinées à former une plaque tournante pour les régions limitrophes compte tenu de l'importance de son ensemble portuaire développé et de son statut de première place industrielle et commerciale du pays.

La prospérité industrielle de la région de Gafsa sud et de Zarzis attire une part importante de la population des deux gouvernorats, soient respectivement ; 28% et 17 % en 2010 et présentent un taux d'urbanisation assez élevé (93,3% et 96.4 respectivement). Cette prospérité se reflète nettement dans la faiblesse du taux de familles nécessiteuses (pauvreté) (1% et 0.6 % respectivement) par rapport au niveau moyen enregistrés à l'échelle des six gouvernorats du sud (7,3%).

La région de Gafsa sud et de Zarzis profite également d'une couverture importante par les services de base notamment en termes d'accès aux soins

médicaux (un médecin public pour 1564 personnes et 1081 respectivement, comparé à celle au sud qui est de 1665 personnes par médecin). Au niveau de l'enseignement, le nombre d'élèves de l'enseignement primaire public dans

ces régions représente 16.5 % de la population âgée de 5 à 14 ans au niveau du gouvernorat. Cependant, cette part est plus importante dans l'enseignement secondaire collégial public et secondaire qualifiant qui s'élève à 18%.

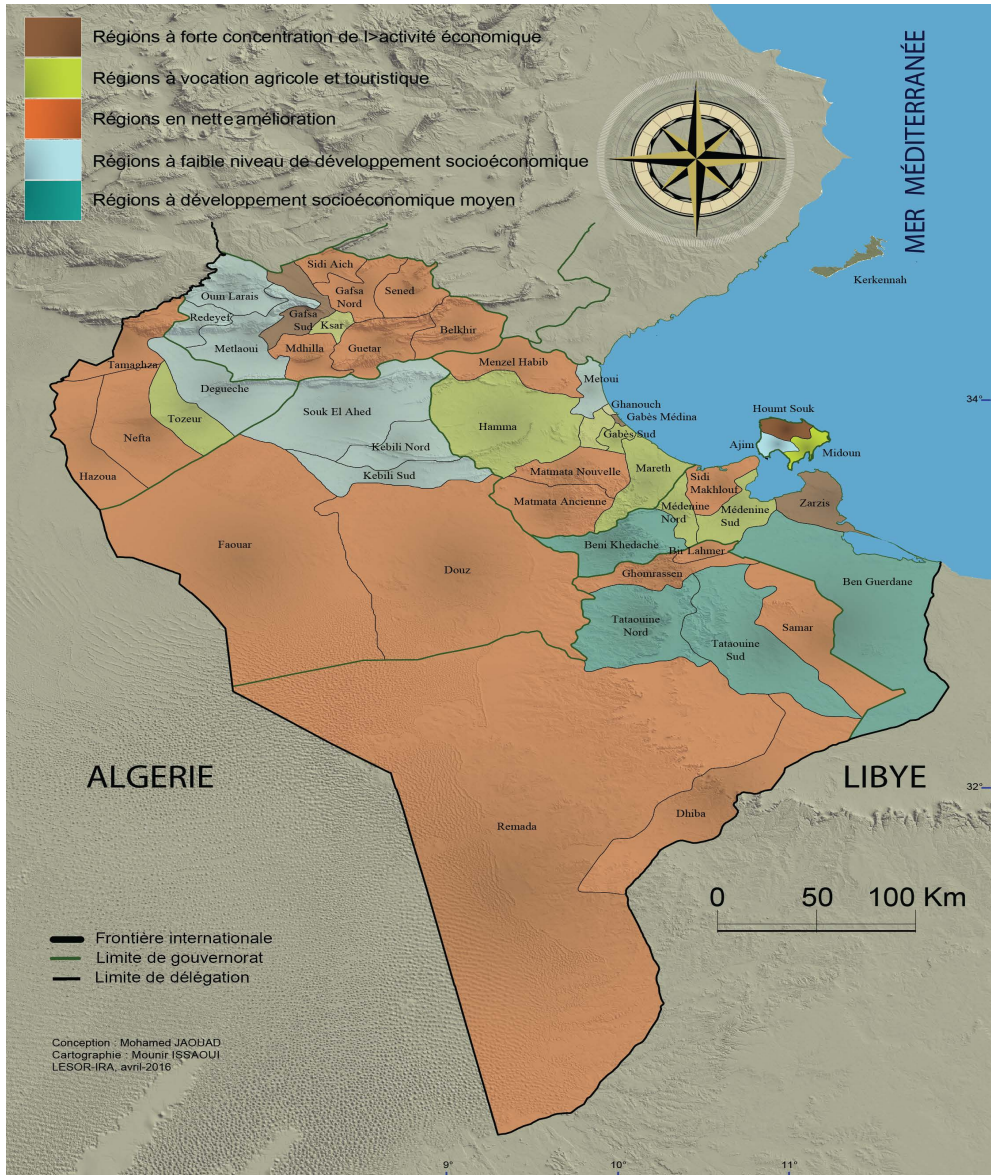


Figure 3 : Carte de la répartition des délégations selon les groupes typologiques de l'ACP.

3.2.2-Régions à vocation agricole et touristique

Ce groupe rassemble les régions de Ben Guerdan, Tataouine Nord et Sud et Beni khedache et se caractérise par des potentialités agricoles et des activités d'élevages de petits ruminants et camélidés ainsi que les terres de parcours. Ce groupe de régions se trouve légèrement avancé du côté supérieur droit de la cartographie témoignant de la combinaison entre les systèmes productifs primaire, secondaire et dans une moindre mesure tertiaire.

Situé à l'extrême Sud-Est du pays, le Gouvernorat de Tataouine bénéficie d'une position géographique privilégiée vu son ouverture sur deux pays voisins la Libye et l'Algérie. Tataouine est limité par les Gouvernorats de Médenine et Kébili au Nord, la Libye et le Gouvernorat de Médenine à l'Ouest et l'Algérie à l'Est. Doté d'un important champ pétrolier à El borma, la région connaît actuellement un élan de développement agricole et touristique.

L'activité économique de la région est axée essentiellement sur l'agriculture. En effet, doté d'une importante superficie agricole, le gouvernorat de Tataouine est connu par ses richesses agricoles tel que les oliviers, les légumineuses, les primeurs, l'asperge qui est destiné à l'exportation ainsi que la production de viande rouge et du lait. Le gouvernorat dispose aussi d'importantes ressources hydrauliques et de nombreux parcours naturels. En outre, les étendues pastorales dont disposent ces régions leur permettent de réaliser les parts les

plus importantes du cheptel national des ovins, caprins et camelins.

Quand à la région de Béni Khedache c'est une ville située entre le Dahar et le Grand Erg Oriental (30 kilomètres à l'ouest de Médenine). Rattachée administrativement au gouvernorat de Médenine, elle constitue une municipalité de 3071 habitants et le chef-lieu d'une délégation de 28 586 habitants. Du fait du milieu aride qui caractérise le sud de la Tunisie ainsi que d'un relief montagneux, l'agriculture a dû s'adapter par des systèmes de captage des eaux comme celui des jessour qui consiste à créer par des diguettes placées dans le lit des oueds des mares de retenue de l'eau de ruissellement. Ce système hydraulique traditionnel est menacé d'extinction et fait l'objet d'efforts de réhabilitation.

La diversité des richesses de ces régions leur permet d'attirer une part importante de la population. Cependant, des déficits sociaux persistent. En effet, à l'échelle du gouvernorat de Médenine, plus de 30 % des familles nécessiteuses vivent dans les délégations de Ben Khedach et Ben Guerdan. Ces régions se caractérisent, en effet, par une faible couverture sanitaire pour les régions de Ben Khedach et Ben Guerdan (un médecin public pour 4765 personnes et 3377 personnes, respectivement).

3.2.3- Régions à développement socioéconomique moyen

Ce groupe, composé des régions de Mareth, Gabès Sud, El Hamma, Tozeur, Médenine Nord et Midoun, est caractérisé

par un niveau de développement socioéconomique moyen par rapport au groupe 1 avec une légère avancée pour la région de Mareth.

Cette dernière a en effet le plus grand effectif d'immigrés, soit plus de 11% de la population locale et 30% des effectifs des immigrés à l'échelle du gouvernorat de Gabès. Aussi, cette délégation se positionne en 2^{ème} rang après Gabes Medina en termes de nombre d'autorisations de bâtir. Pour ce qui est de couverture sociale, les délégations de Mareth et ElHamma enregistrent les deux taux les plus élevés des familles nécessiteuses à l'échelle du gouvernorat.

La région de Mareth se caractérise aussi par le nombre élevé des périmètres irrigués ainsi que les cultures annuelles en irrigués. Au niveau de l'éducation, la scolarisation des filles dans le cycle primaire public atteint des proportions satisfaisantes pour l'ensemble des régions et en particulier celle de Médenine Nord qui enregistre un meilleur taux de féminisation au niveau régional (56,3%).

3.2.4- Régions à faible niveau de développement socioéconomique

Constitué par les délégations de Dgueche, Souk Lahad, Kebili Sud et Nord, Sned, Oum Laraies, Metlaoui, Ksar, Rdaief et Gabès Ouest, ce groupe de régions présente une faible industrialisation de son appareil productif, exception faite de la délégation de Metlaoui.

En effet, ces régions, principalement, Oum Laraies, Metlaoui, Ksar, Rdaief et Gabès Ouest, constitue un exemple de

réussite du redéploiement interrégional. L'activité industrielle de ces régions a profité de l'existence d'une zone industrielle à Gabes de 828 ha grâce à son complexe chimique localisé au port de Gabès et de l'autre côté la région de Metlaoui et sa proximité de Gafsa sud qui se caractérise par une zone industrielle de 40 ha.

En revanche, la région de Dgueche, n'a pas pu bénéficier de sa proximité de la région de Gafsa pour assurer une expansion aussi importante et ce, malgré le fait qu'elle est le premier pôle minier au niveau national et qu'elle a des plaines intérieures à fort potentiel agricole.

Par ailleurs, en termes de couverture sanitaire, un retard important est enregistré par l'ensemble des régions de ce groupe. Ainsi, les régions de Sned, Oum Laraies, Rdaief, Souk Lahad, Dgueche, Metlaoui, comptent un médecin pour respectivement 4932, 3967, 3493 et 3342, 3325 et 2781 habitants dans le secteur public.

De même, ces régions enregistrent les parts les plus faibles des scolarisés du primaire public au niveau national en ne dépassant pas la moyenne enregistrée aux niveaux de six gouvernorats. La région de Souk Lahad et Rdaief a réalisé le taux le plus faible de scolarisation des filles dans le cycle primaire public. Cette disparité est d'autant plus remarquable au niveau rural.

Ces régions ont les taux de pauvreté les plus importants notamment celui de la région du Rdaief, Dgueche et Sned et que le taux de famille nécessiteuse atteint 54 %.

3.2.5-Régions en nette amélioration

La prédominance désertique dans ce groupe, constitue des régions de Remada, Smar, Dhiba, Tamaghza, Hazoua, Sidi Aich, Bir Lahmar, Matmata, El faouar,..., ne favorise pas le développement de l'agriculture. Par ailleurs, l'activité industrielle se caractérise par un fort potentiel de croissance. En particulier la région de Bir Lahmar, Smar, Matmata, Hazoua connaît une activité industrielle émergente qui se concentre autour des industries agroalimentaires, liés essentiellement à la transformation des produits agricoles. En termes de développement humain, les performances réalisées par les régions sont satisfaisantes. Ainsi, le taux de familles nécessiteuses tourne autour de 4 à 7 %. Ces régions réalisent par ailleurs, des faibles taux d'encadrement sanitaire dans la région et ceci peut être dû à l'éloignement des ces délégations.

4- CONCLUSION

Depuis des années, la Tunisie a intégré les principes du développement durable dans ses politiques nationales, elle se déploie à inverser la déperdition des ressources environnementales et à améliorer les conditions

environnementales de la population, ce qui permis l'accès à l'eau potable et à l'électricité de façon durable à un important pourcentage de la population totale. Par ailleurs, l'analyse développée sur la base d'indicateurs des statistiques de l'ODS a permis de mettre en relief les disparités régionales qui caractérisent le paysage de Sud tunisien. Suite a notre travail on a montré qu'il existe au moins cinq groupes de délégations qui se distinguent nettement par le niveau de développement atteint jusqu'à 2010. Ainsi, dans les 52 délégations analysées, on trouve des régions qui se caractérisent par une forte concentration de l'activité économique et administrative, d'autres qui sont carrément à vocation agricole et touristique, mais aussi il y a des régions qui malgré la prédominance désertique de ce groupe, on constate un fort potentiel de croissance et une nette amélioration notamment en terme de l'activité industrielle qui se concentre autour des industries agroalimentaires. Pour dire la différence entre ces délégations en termes de développement économique s'étale aussi sur le plan socioéconomique dans la mesure où on constate que les régions qui connaient une activité économique émergente réalisent par ailleurs des faibles performances en termes de développement humain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abassi, M. (2007) : Développement Durable en Afrique du Nord : Expériences et Leçons Réunion ad hoc d'experts Développement Durable : responsabilité intergénérationnelle et cohésion sociale - Nations Unies - Commission Économique pour l'Afrique, Tunis, 18-21 novembre 2007.
- Can A. (1992): "Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 22, pp. 453-474.
- Can A. et Megboluge I. (1997): "Spatial Dependence and House Price Index Construction", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 14, pp. 203-222
- Cliff A. D., Ord J. K., (1973): *Spatial autocorrelation*, London, Pion
- Hauret, L, (2005) : "Analyse économique de la dimension géographique de la pauvreté une application à la région Lorraine". *Recherches et Prévisions*, n°79 Mars 2005.
- Lebart L., A. Morineau, et Piron M. (1997) : *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. DUNOD, Paris, 440p.
- ODS (2010) : « Gouvernorats en chiffres ». Office de Développement du Sud, Ministère de Développement, Tunisie.
- Pace R. K. et Gilley O.W. (1997): "Using the Spatial Configuration of the Data to Improve Estimation", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 14, pp. 333-340.
- Perroux, F., (1966) : "Intégration économique. Qui intègre ? Au bénéfice de qui s'opère intégration ?" *Économie appliquée* XIX (3-4): 389-414.
- Poidevin D., (1999) : *La carte moyen d'action : conception - réalisation*. Ellipse, Paris.

ANNEXE

Liste exhaustive des Indicateurss Socioéconomiques Régionaux (ISR) utilisés dans le document.

1-Démographie

Population totale (Pop)

Nombre des handicapés dans la famille (Hand)

Nombre des familles nécessiteuses (Pièce)

2-Enseignements

Nombre d'élèves masculin primaire (primM)

Nombre d'élèves féminin primaire (primF)

Nombre des lycées (lycées)

Nombre d'élèves masculin Secondaire (secM)

Nombre d'élèves féminin Secondaire (secF)

3- Infrastructure

Nombre d'autorisations d'abatir (Habitat)

Nombre des bénéficiaires en électricité (Elect)

Nombre des bénéficiaires en téléphones (Teleph)

Nombre des bénéficiaires en eau potable (Eau)

Nombre des points de vente en gros (gros)

Nombre des points de vente en détail (détail)

Nombre des postes (poste)

4-Agriculture

Nombre des têtes camelin (camelin)

Nombre des têtes Ovin (Ovin)

Nombre des têtes caprin (Caprin)

Superficie des terres de parcours (parco)

Nombre des coopératives agricoles (cooper)

5- Industrie

Nombre des projets industriels (projind)

Nombre des huileries dans la région (Huilerie)

6- Santé

Nombre des médecins privés (MédPv)

Nombre des médecins publics (MédPb)

Nombre des pharmacies (pharm)

Identification des structures spatiales des pratiques agricoles dans les régions arides tunisiennes : Cartographie statistique de données d'enquêtes socioéconomiques

JAOUAD Mohamed¹ & MAHJoubi Afef¹ & HAOUET Farhat¹

¹Institut des Régions Arides – Médenine

²Technologue Principal à l'ISSET de Gabès

mjaouad63@gmail.com

ملخص:

يحتل التحليل المكاني للممارسات أهمية خاصة في الأنشطة الزراعية أو عندما تؤثر الممارسات العملية على البعد المكاني. تتأثر الأنشطة أو الممارسات الزراعية في المناطق القاحلة بطبيعة الوسط أو مكان النشاط. لكن ليس المهم تحديد أو معرفة المشهد الزراعي حيث أنه عند دراسة الأنشطة الزراعية في المستغلات الفلاحية بمنطقة ما يتم التركيز على العلاقة بين الأنشطة والفضاء والاهتمام بقدرة تكيف الممارسات مع الوسط واستدامة الأنشطة الزراعية.

أدى التحديد المكاني إلى عدد من المتغيرات وهي إشكالية متكررة في عديد المجالات التطبيقية. ويقدم هذا المقال بعض الجوانب لإدراج الفضاء في تحليل البيانات الاجتماعية والاقتصادية على أساس المسوحات الميدانية التي أجريت في منطقة منزل الحبيب (جنوب تونس) في إطار برنامج بحث ROSELT / مرصد الصحراء والساحل-معهد المناطق القاحلة 2004. ترتبط هذه المعطيات بالمظاهر الاجتماعية والديمغرافية والزراعية والاقتصادية والبيئية وتتضمن البيانات الديموغرافية والزراعة والبيئية تحليل المكونات الرئيسية.

RÉSUMÉ

L'analyse spatiale des pratiques est particulièrement pertinente dans le cas des pratiques agricoles ou lorsque les pratiques ont une influence sur des processus ayant une dimension spatiale. Dans les régions arides, les pratiques agricoles sont fortement influencées, voir liées à la nature du milieu ou de l'espace. En effet, l'important n'est pas l'identification ou la connaissance du paysage agricole ou des structures spatiales en soit. Mais, lorsqu'on étudie les pratiques des agriculteurs des exploitations agricoles d'une région, on porte une attention particulière aux liens entre pratiques et espace. On positionne les pratiques dans les régions et on s'intéresse à l'adaptabilité de ces pratiques, aussi bien, pour l'environnement que pour la durabilité de l'agriculture.

L'identification de structures spatiales, induisant plusieurs variables, est une problématique récurrente dans de nombreux domaines d'application. Cet article présente quelques aspects permettant la prise en compte de l'espace lors de l'analyse de données socio-économiques basée sur des enquêtes sur le terrain effectuées dans la région de Menzel Habib (Sud de la Tunisie) dans le cadre du programme

de recherche ROSELT/OSS-IRA en 2004. Ces données ayant trait aux aspects sociodémographiques, agro-économiques et environnementaux. Une illustration issue de cartographie statistique de ces données analysées à travers la mise en valeur cartographique des résultats d'une Analyse en Composantes Principales.

Mots clés : *Analyse en Composantes Principales, Analyse de Données Multi-variées, Structure Spatiale, Système d'Information Géographique, Exploitation Agricole, Menzel Habib, Tunisie.*

SUMMARY

Spatial analysis is particularly relevant in the case of agricultural practices and/or when practices influence processes with a spatial dimension. In arid regions, agricultural practices are strongly influenced and related to the nature of the environment or space. Indeed, the important thing is not the identification or knowledge of the agricultural landscape or spatial structures but, when studying farmers' practices of farms in a region, we pay particular attention to the links between practices and space. We locate the practices in the regions and we are interested in the adaptability of these practices, both for the environment and sustainability of agriculture.

The identification of spatial structure, inducing a number of variables, is a recurring problem in many fields of application. This paper presents some aspects related to the inclusion of space in the statistical analysis of socio-economic data based on field surveys conducted in the region of Menzel Habib (Southern Tunisia) under the ROSELT program / OSS-IRA in 2004. The data includes demography, agro-economy, and environment and it was subject to principal components analysis.

Keywords: *Principal Component Analysis, Agricultural, Practices, Spatial, Socio-Economic Data, Arid, Tunisia.*

1. INTRODUCTION

D'un côté, l'analyse statistique multi-variée est aujourd'hui un outil incontournable pour étudier des données provenant de nombreuses épreuves faites sur plusieurs variables. Elle a pour but de résumer l'information contenue dans les données sur un nombre réduit de dimensions reflétant au mieux les proximités entre observations et/ou variables. L'analyse en Composantes Principales (ACP) et l'Analyse

Factorielles des Correspondances (AFC) sont principalement les techniques les plus classiques de la statistique multi-variée (Lebart et al, 1997).

D'un autre côté, près de 85 % des bases de données contiennent un composant géographique associé à un lieu précis (Poidevin, 1999). Cette masse importante de données spatialisées a entraîné un fort développement de

l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) dans de nombreux domaines d'activités tels que l'environnement, l'agriculture ou la gestion du territoire. Les systèmes d'information géographique (SIG) permettent de stocker, gérer, manipuler, analyser des grands jeux de données à référence spatiale.

Parmi les fonctionnalités de base d'un SIG, la cartographie thématique est un outil d'analyse, d'aide à la décision et

de communication largement utilisée pour représenter quelques variables : une bonne carte vaut mieux qu'un long discours (A. Korzybski, 1973). Lorsque l'on s'intéresse à des phénomènes impliquant plus de deux variables, il est difficile de représenter l'ensemble de l'information. La rédaction d'une seule carte conduit à des objets surchargés dont la lisibilité est réduite. La rédaction de plusieurs cartes rend difficile l'identification de corrélations et de structures communes (figure 1).

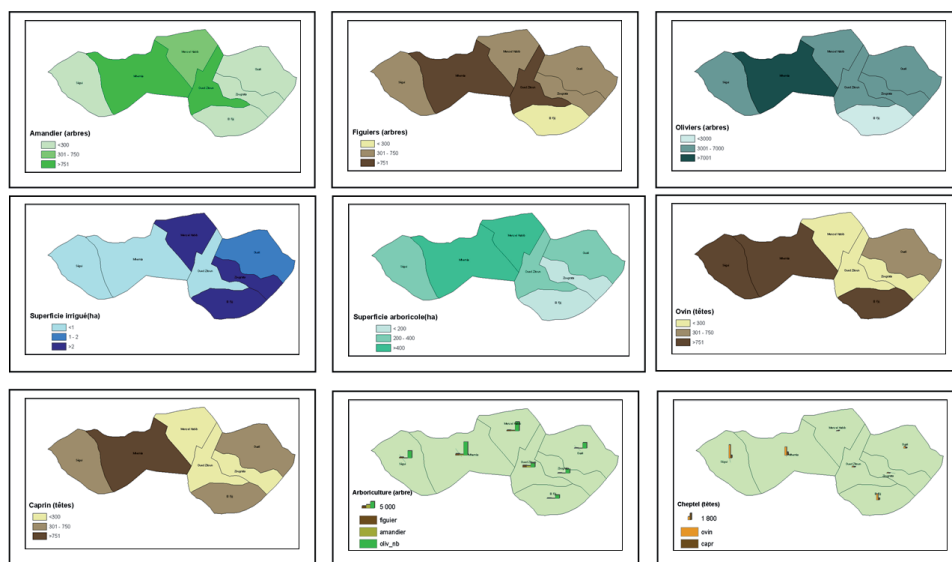


Figure 1. Tableau de 9 variables mesurées sur les 7 imadats de Menzel Habib (Gouvernorat de Gabès) est extrait de l'enquête 2006). Code des variables : 1-2-3 répartition (en 1 pour 1000) des effectifs des arbres (amandiers, figuiers et oliviers) en 3 groupes (≤ 300 , entre 300 et 750, > 750). 4-5 Superficies des exploitations et cultures en hectare 6-7 Cheptel caprins et ovins en têtes, 8- Arboriculture, 9- Cheptel d'élevage,

Le besoin d'outils permettant d'obtenir des variables synthétiques résumant l'information disponible se fait alors ressentir. C'est précisément l'objectif de l'*analyse de données* et des méthodes d'*analyse multi-variée*. Ces méthodes permettent d'obtenir un résumé graphique de grands jeux de données et elles ont été fréquemment utilisées pour identifier des structures spatiales multi-variées.

Depuis la révolution des systèmes d'information géographique (SIG) dans les années 1980, les bases de données spatiales (données géo référencées) se sont multipliées. L'exploitation d'une telle information a rapidement pris le pas sur son analyse à tel point que les méthodes et techniques d'analyse de données spatiales se sont succédées rondement.

Dans les travaux empiriques, l'économiste est souvent confronté à l'utilisation de données localisées, c'est-à-dire au traitement des observations d'une variable mesurée en des localisations différentes réparties dans l'espace. En effet, l'expression spatiale la plus simple pour identifier un ménage quelconque choisi d'un échantillon enquêté est *le point*. L'ensemble des ménages échantillonnés lors d'une enquête ou les données de recensement collectées auprès d'une entité statistique rurales ou urbaines constituent, en fait, des nuages de points sans cohérence claire.

Ces nuages de points deviennent des révélateurs des comportements et tendances lorsque examinés par le biais des outils disponibles dans les SIG et disciplinés selon des méthodes

appropriées. L'identification et l'application de ces outils et méthodes ainsi que le choix et la structuration des données requises pour les utiliser sont des enjeux très actuels qui méritent d'être discutée. Cet article contribue à ce travail :

D'abord par présentation des différents enjeux relatifs à l'exploitation des données spatiales à travers l'exposition de quelques méthodes les plus connues.

Ensuite, par la mise en exergue des potentialités de synthèse de différentes méthodes spatiales et statistiques et leur pertinence en illustrant l'usage de certains de ces méthodes à l'aide des grandes bases de données socio-économiques.

2. Contexte théorique et état actuel des choses

Il est souvent admis que les données spatiales observées en coupe transversale sont indépendantes alors que cette hypothèse est rarement justifiée et devrait être systématiquement testée (Le Gallo, 2002). Ainsi, dès 1914, Student suspectait la présence d'une liaison entre différentes observations localisées dans le temps et dans l'espace (Student, 1914).

Historiquement, c'est à Cliff et Ord qu'on doit, après une série d'articles à la fin des années soixante et au début des années soixante-dix, un ouvrage présentant l'état de savoirs en statistiques spatiales (Cliff A.D. and Ord J.K., 1973). La fin des années soixante-dix et les années quatre-vingt sont marquées par le raffinement du cadre original d'analyse de Cliff et Ord, plus

particulièrement par le développement de la théorie de l'estimation et des tests (Ord, 1975 ; Paelinck et Klassen, 1979 ; Anselin, 1980).

En 1977, John Tukey publiait un livre qui a vraisemblablement modifié la conception usuelle de l'analyse et de la visualisation des données. Le concept d'*analyse exploratoire des données* (EDA) a engendré plusieurs réflexions dans ce domaine et apparaît ensuite ce qu'on appelle actuellement l'*analyse spatiale exploratoire des données* (ESDA) qui englobe une large gamme des techniques et méthodes d'investigation de données localisées. Bien que les méthodes d'ESDA permettent d'isoler les traits et caractéristiques contenus dans un ensemble de données, elles ne permettent pas de traiter explicitement le caractère spatial des données. C'est ce que l'ESDA propose par le biais de différentes méthodes visant à révéler des tendances, relations et précepteurs observables dans l'espace. En effet le concept d'analyse spatiale s'articule autour de trois composantes principales :

- La visualisation à travers la représentation des données spatiales.
- l'ESDA qui permet d'explorer et de synthétiser les données afin de détecter des dispositions spatiales particulières.
- La modélisation spatiale qui essaye d'expliquer les dispositions par la spécification d'un modèle et l'estimation des paramètres.

Il est alors question d'analyse spatiale de données lorsque les données sont

d'une part localisées dans l'espace et d'autre part que cette organisation spatiale est considérée importante dans l'interprétation des résultats. Ces multiples méthodes d'analyse, issues de domaines variés, apparaissent comme de potentiels outils de visualisation et d'exploration.

En économie, jusqu'à récemment, les techniques permettant de spécifier, d'estimer et de tester la présence de l'autocorrélation spatiale étaient principalement publiées dans les revues spécialisées et appliquées à des problèmes d'économie régionale, spatiale ou urbaine (Can, 1992; Can et Megboluge, 1997; Pace et Gilley, 1997).

En écologie, il y a près de cinquante ans, Goodall, (1954) cartographiait les scores d'une ACP à l'aide de courbes de niveaux afin de représenter le caractère spatial des structures identifiées des végétations. Depuis ces premiers travaux, différentes approches ont été proposées afin de tenir compte de l'espace dans les méthodes d'analyses multivariées. A cet égard, les mesures d'autocorrélation spatiale, comme l'indice de Moran (Cliff & Ord, 1973) ont des extensions multivariées et désormais, il est devenu possible d'identifier les structures spatiales locales et globales des jeux de données (Thioulouse et al, 1995).

En effet, deux types de méthodes en analyse multivariée permettant de travailler dans un contexte où les observations (individus statistiques ou encore les relevés des espèces) ne sont pas indépendants les uns des autres et où la prééminence accordée à certaines variables (les espèces) :

1- La première méthode, qui fait intervenir la notion de voisinage entre individus statistiques, propose un large choix de relation de voisinage possible, y compris thématique. Elle est très utile pour pouvoir détecter des structures spatiales par le biais des analyses globales (ACP ou AFC).

2- La seconde méthode, qui fait intervenir les notions de rareté et de diversité, permet de faire varier les analyses en modifiant le poids accordé aux variables.

Celle qui nous intéresse ici, tient de la raison de la composition en espèce des peuplements arborés, ensemble de végétaux plantés dans un même terrain, ou encore un « nuage » des exploitations agricoles répandues dans une région quelconque.

En réalité, il existe une controverse scientifique opposant deux méthodes : la première dite stochastique, affirme que l'hétérogénéité du mélange d'espèces est expliquée par une part au hasard qui préside aux processus de recrutement et de définition des espèces (Hubbell et al. 1999), alors que selon la seconde, dite écologique, les espèces se maintiendraient grâce à un ajustement fin à des niches écologiques précises (Molino et Sabatier, 2001).

Les deux théories ne s'excluent pas l'une l'autre, mais la prédominance de l'un ou l'autre des processus conduirait à des conclusions radicalement opposées en termes de gestion durables.

D'ailleurs, au cœur de cette problématique, une équipe de recherche en France (bioinformatique

de l'architecture des plantes) mène depuis plusieurs années des études à l'échelle de la parcelle et du paysage. Celles-ci ont permis de mettre en évidence des déterminants importants de l'organisation spatiales des peuplements forestiers, tant au plan de la structure que de la composition en espèces, au premier plan desquelles on trouve le type de sol (Sabatier et al, 1997), (Couteron et al, 2003).

Les objectifs poursuivis par notre contribution sont d'une part, de valider l'applicabilité de ces méthodes à des grands ensembles de données, socioéconomiques, écologiques et autres et d'autre part, d'apprécier leur pertinence analytique pour fin de localiser les régions et ses vocations principales et d'établir des typologies thématiques à l'aide des cartes utilisable facilement par les décideurs.

3. Analyse spatiale et analyse multivariées :

3.1. Graphe de voisinage

L'analyse de données recouvre un ensemble de techniques ayant pour objectif la description statistique des grands tableaux. Ces méthodes permettent de rechercher les structures cachées dans les données et « d'obtenir une description de nature statistique *pour un certain phénomène qui a donné lieu au recueil de mesures ou observations trop nombreuses et dépendantes les unes des autres pour être interprétables en première lecture*» (Lebart et al, 1977).

En effet, la situation ne se différencie pas du cadre habituel de la statistique multivariée, lorsque *l'information*

*locative*¹ est disponible sous la forme d'un repérage du système de coordonnées de chaque lieu de mesure (Jacques D & al, 2006). On est alors amené à quantifier le degré de corrélation entre l'ensemble des variables attributaires (ou thématiques) et l'ensemble des variables locatives (ou de positionnement dans l'espace).

La situation est tout autre dans la pratique, où l'information locative est exprimée sous la forme d'une relation binaire de voisinage :

$$\{s, t\} \in \nu \Leftrightarrow s \text{ et } t \text{ sont voisins}$$

L'exemple prototypique d'une relation de voisinage est la contiguïté géographique de zones réalisant un découpage exhaustif du territoire.

L'introduction d'un graphe de voisinage dans les analyses multivariées permet la prise en compte de la position spatiale des individus statistiques les uns par rapport aux autres dans l'étude de la distribution des espèces (Sabatier et al, 1993 ; Thioulouse et al, 1995). Ce voisinage peut se traduire par une distance ou une relation binaire de type 0-1, pour modéliser une barrière géographique ou deux ensembles d'individus différents. On peut aussi utiliser les coordonnées (x,y) des individus et considérer que deux individus sont voisins si la distance les séparant est inférieure à une limite quelconque. A partir de la matrice de départ (X : le tableau de données), on obtient ainsi une matrice symétrique de voisinage de la forme :

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Figure2 : Exemple des matrices de voisinage pour la relation linéaire sur 6 individus

$M = [m_{ij}]$, la matrice symétrique (n x n) de voisinage², avec $m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si les points } i \text{ et } j \text{ sont voisins,} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

En général, un tableau contient les mesures de *p* variables (colonnes) sur *n* individus (lignes). Dans le cas qui nous intéresse, ces individus correspondent à des unités géographiques. L'analyse exploratoire d'un tel tableau en fournit un résumé en insistant sur les représentations graphiques des individus qui sont considérés au même titre que les variables. Il existe une multitude de méthodes d'analyses multivariées permettant de traiter différentes structures de données : l'analyse en composantes principales pour les données quantitatives, l'analyse factorielle des correspondances pour les tables de contingence, les méthodes de couplage (Rao, 1964) pour l'analyse

2 On suppose que les termes diagonaux de la matrice M sont nuls : Pour des questions d'identification de modèles, un point ne peut pas être considéré comme voisin de lui-même. Dans ce cas, le nombre de voisins du lieu S_j est données par la somme en ligne de M.

1 Qui a trait aux lieux de mesure

d'une paire de tableaux (Dray S., 2003). Ces trois méthodes prennent en compte la relation de voisinage à travers les poids des individus statistiques. La pondération de voisinage donne une plus grande importance aux individus ayant beaucoup de voisins.

Dans cet article, nous présenterons uniquement l'analyse en composantes principales (ACP) qui permet de traiter un tableau de variables quantitatives.

3.2. Analyse en composantes principales

Partant d'une matrice X contenant les

mesures de p variables quantitatives (colonnes) mesurées pour n localisations géographiques (lignes). L'analyse de ces données doit tenir compte de leur caractère multidimensionnel et révéler les liaisons existantes entre leurs composantes.

Pour chacune de (p) variables on peut décomposer la variance totale $V(x)$ en deux parties, la variance locale ($VL(x)$) qui dépend du graphe de voisinage et d'une autre partie, appelée par commodité variance globale ($VG(x)$) su fait qu'elle n'est pas toujours positive (Sabatier et al, 1991).

$$V(x) = VL(x) + VG(x)$$

ou encore,

$$\sum_{i=1}^n p_i (x_i - \bar{x}_D)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} (x_i - x_j)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} (x_i - \bar{x}_D)(x_j - \bar{x}_D)$$

Avec, $\bar{x}_D = \sum_{i=1}^n p_i x_i$ et la pondération

$$p_j = \frac{m_{ij}}{m}$$

Où (m) est égal à la somme des éléments de la matrice M

On peut donc à partir de là définir une ACP, dans laquelle la pondération sur les individus est définie par le graphe de voisinage, ce qui va permettre la description des structures spatiales. Chacune d'entre elle maximise la variance totale, locale ou globale. Dans ces analyses, un individu comptera d'autant plus qu'il a de voisins.

L'ACP maximise la variabilité globale et permet l'analyse de la structure globale. Elle équivaut en fait à utiliser l'indice de Moran (1984) qui mesure l'auto-corrélation spatiale d'une variable (x), puisque cet indice est exactement le ratio $VG(x)/V(x)$ de la variance globale sur la variance totale dans le cas d'une relation de pondération uniforme :

$$I = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} x_i x_j}{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_D)^2}$$

Ainsi, l'ACP globale possède des propriétés de synthèse optimales

pour l'extraction de composantes cartographiables (Thioulouse *et al.*, 1995). De même ce type d'analyse peut aussi être étendu à l'analyse des correspondances, dans la mesure où l'analyse totale, locale et globale prennent en compte la relation de voisinage à travers les poids des individus statistiques. La pondération de voisinage donne une plus grande importance aux individus ayant beaucoup des voisins. Elle permet une unification de plusieurs points de vue, comme l'introduction des indices de Geary et de Moran en analyse multivariée.

L'analyse en composantes principales (ACP), introduite en 1901 par K. Pearson et développée par H. Hotelling en 1933, est une méthode très puissante pour explorer la structure de telles données. Chaque donnée étant représentée dans un espace à p dimensions, l'ensemble des données forme un «nuage de n points» dans R^p . Le principe de l'ACP est d'obtenir une représentation approchée du nuage dans un sous-espace de dimension faible k par projection sur des axes bien choisis.

L'ACP construit ainsi de nouvelles variables, artificielles, et des représentations graphiques permettant de visualiser les relations entre variables (individus), ainsi que l'existence

éventuelle de groupes d'éléments et de groupes de variables (figure 3). L'interprétation de ces représentations est délicate, mais il suffit de dire que la décomposition de la variance totale peut être également formulée à l'aide d'opérateurs dont on appelle l'opérateur de voisinage global et que les premiers vecteurs propres de cet opérateur sont les codes les plus auto-corrélés positivement et les derniers négativement (Sebatier *et al.*, 1991) : En effet, l'utilisation des vecteurs propres de l'opérateur de voisinage global lors de la décomposition de la variance conduit à ne retenir l'ors de l'analyse multivariée du tableau de données que certaines des structures de cette dimension. Ainsi, le calcul des corrélations des individus statistiques sur les vecteurs propres de l'opérateur de voisinage permet de voir quels sont les vecteurs propres qui engendrent la décomposition.

En pratique, dans le cas où le tableau X contient des variables mesurées dans différentes unités, il est indispensable de centrer (moyenne nulle) et de normaliser (variance unitaire) les variables avant la recherche des éléments propres (ACP centrée-normée). Cette étape permet d'éviter que l'influence des variables ayant une forte variabilité (due à l'unité de mesure) ne soit sur-évaluée.

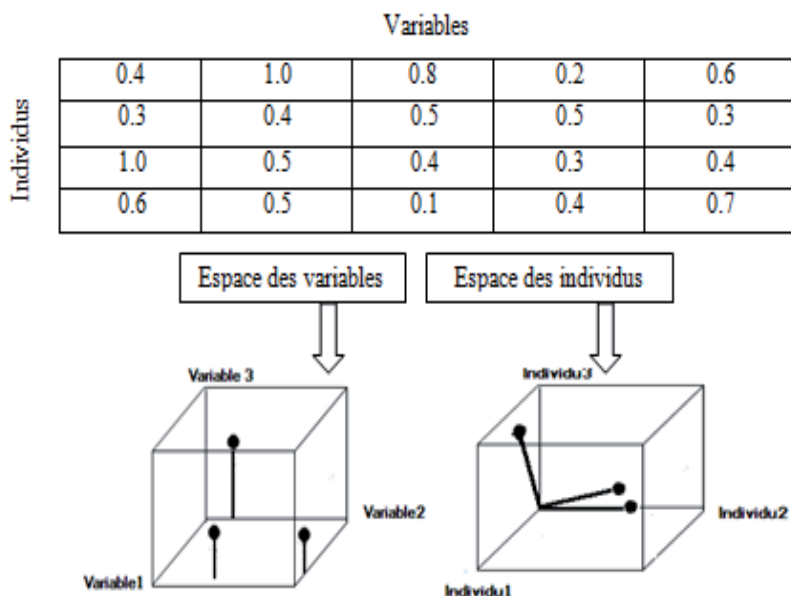


Figure 3. Représentation géométrique d'un tableau comme un nuage de points dans l'espace des individus ou dans l'espace des variables.

4. ILLUSTRATION

L'application de ces méthodes dans ce travail s'appuie principalement sur des données provenant de l'enquête réalisée en 2004 sur les usages des ressources naturelles dans les unités d'exploitation (UE) dans l'observatoire de Menzel Habib. Cette enquête est réalisée dans le cadre de la phase 2003-2005 du programme « Réseau d'Observatoires de Surveillance Écologique à Long Terme. Il porte sur l'observatoire de Menzel Habib, Gouvernorat de Gabès, Sud de la Tunisie. Le taux d'échantillonnage

étant d'environ 15 % des ménages résidant sur le territoire d'enquête. Ainsi, l'échantillon final est composé de 309 ménages représentant 14,9 % de la population mère et répartis comme le décrit le tableau n°1. Les données disponibles au niveau de délégations pour notre analyse sont celles fournies par cette enquête à travers la sélection d'un certain nombre des variables, révélateurs à la fois de comportement de mobilité et de la socio démographie.

Tableau n°1 : Composition de l'échantillon de l'enquête UE dans l'observatoire de Menzel Habib

Imadats	Population mère (ménages)	Effectif de l'échantillon	%
Menzel Habib	592	89	15
Oued Zitoun	178	24	13,5
Ségui	299	45	15,1
Mhemla	216	33	15,1
Zograta	199	30	15
El Fjjj	187	28	15
Ouali	400	60	15
Total Observatoire	2071	309	14,9

(sghaier et al, 2005)

Les observations sont pondérées afin de représenter la population de référence. Les illustrations proposées concernent ces ménages qui sont représentés chacun par un point dans l'espace qui correspond à la localisation spatiale précise de son lieu de résidence (paire

de coordonnées x-y) (figure 4). Il est par ailleurs caractérisé par un vecteur d'attributs stockant différentes propriétés par exemple, l'âge, le sexe la possession de terre ou du cheptel. Ces ensembles constituent des nuages de points.

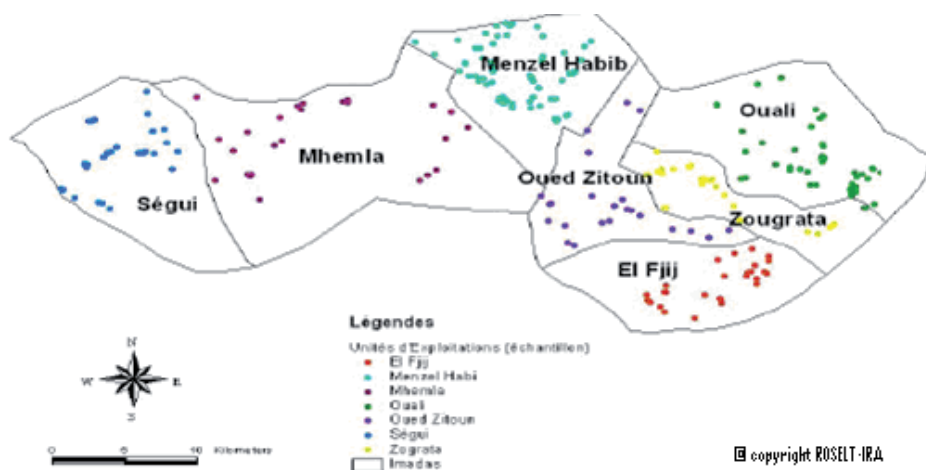


Figure 4 : Répartition spatiale de l'échantillon dans l'observatoire de Menzel Habib (sghaier et al, 2005)

Les données se présentent sous la forme d'un tableau à 305 lignes (individus exploitants) et six colonnes (variables). Les variables sont comme suit : La superficie irriguée (*sup_irguée*), la superficie arboricole (*arbo*) les effectifs des oliviers (*oliviers*), des figuiers (*figuiers*) et amandier (*amandiers*) ainsi que les effectifs des cheptels ovins et caprins (*ovins*, *caprins*).

Nous effectuons donc l'analyse ACP centrée-normée de la table de données initiales. Le graphique des valeurs propres (figure 5) montre que la structure sur le premier axe contient beaucoup d'information et qu'il faut également s'intéresser aux trois axes suivants en tenant compte de critère de Kaiser pour le choix des axes importants.

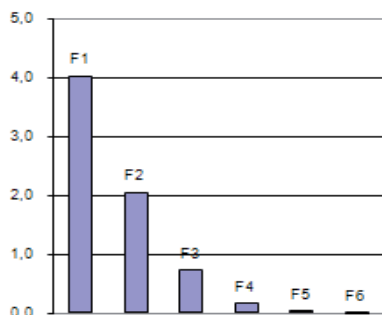


Figure 5. Valeurs propres de l'ACP centrée-normée.

Les imadats (individus) et les variables ont été représentés pour les deux premiers plans factoriels formés par les plans (1, 2) et le plan (1, 3) de l'ACP centrée normée (figure 6). Les flèches quantifient la corrélation des variables

avec les axes. La carte des variables peut être directement mise en relation avec la représentation des individus. Il est d'ailleurs possible de superposer variables et individus sur le même graphique (Gabriel, 1971).

L'analyse de la typologie des exploitations agricoles à Menzel Habib, permet d'identifier quatre groupes des exploitants en fonction de leur pratique agricole en plus de groupe des irrigants (Jaouad & al, 2007):

- les grands exploitants : grands arboriculteurs et éleveurs,
- les agro pasteurs : arboriculteurs oléiculteurs et éleveurs transhumés,
- les petits exploitants : petits agriculteurs et éleveurs,
- les non exploitants : activité extra agricole.

Le premier axe sépare, à droite, les imadats ayant un grand pourcentage de cheptel ovin et caprin et un grand nombre d'oliviers et donc des superficies arboricoles importantes (Sghaier et al, 2005) aux imadats fortement spécialisés en culture irrigués situés à gauche de l'axe. L'interprétation peut être répétée pour les autres axes et il est ainsi possible d'identifier des districts ayant des similarités d'un point de vue socioéconomique et de connaître la nature de ces similarités.

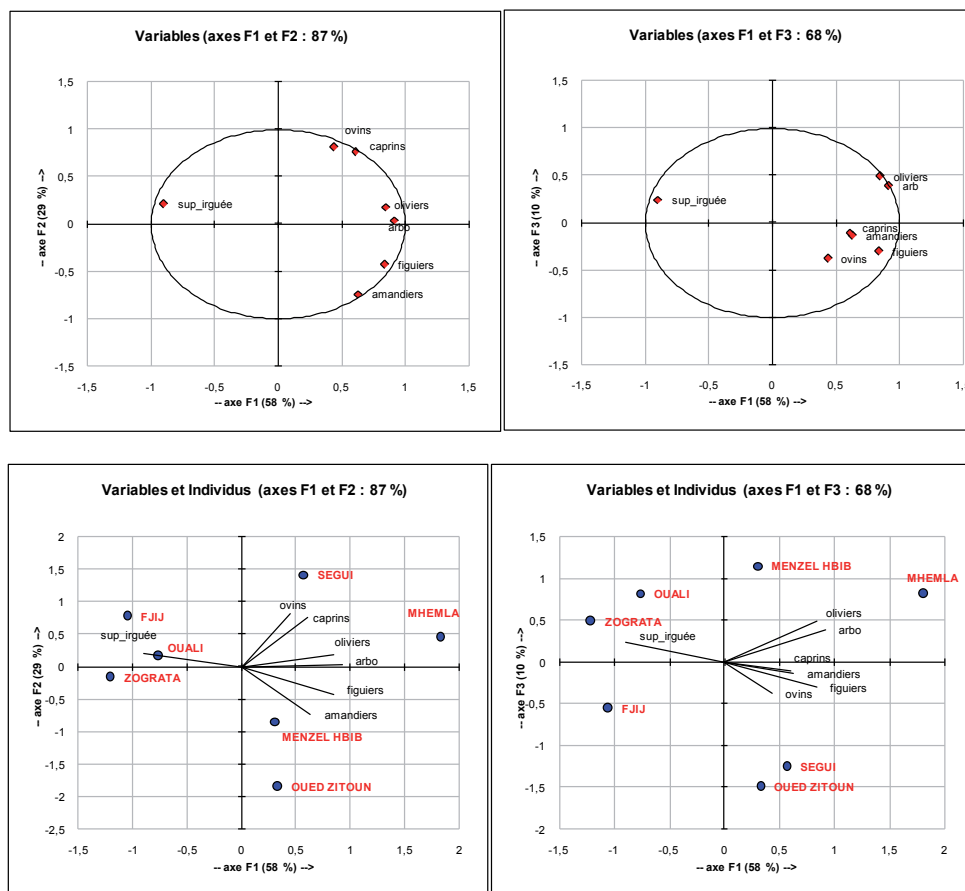


Figure 6. Scores des individus et des variables sur les trois premiers axes de l'ACP centrée-normée

5. Cartographie de résultats de l'ACP

Les représentations graphiques obtenues à l'aide de l'ACP permettent de visualiser les principales structures (Goodchild, 1980). Mais il est difficile d'appréhender le caractère spatial des structures

identifiées car il est nécessaire de faire le lien entre la carte géographique (figure 7) et les résultats de l'ACP (figure 6). Une solution bien plus efficace a été utilisée dès les premières applications de l'ACP (Goodall., 1954).

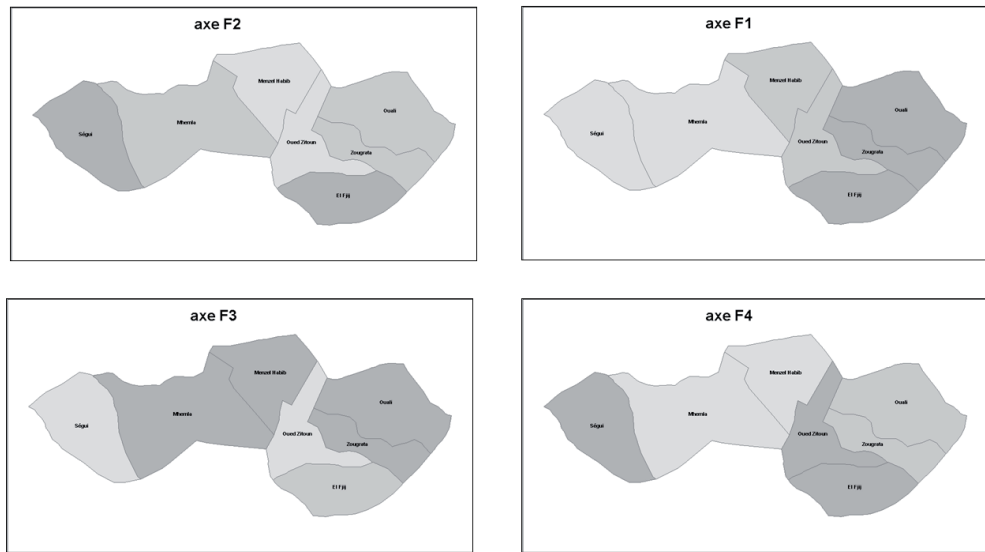


Figure 7. Spatialisation des scores des 7 imadats pour les quatre premiers axes de l'ACP centrée-normée

Elle consiste à cartographier les scores³ de l'analyse dans l'espace géographique (figure 7). Cette représentation fait clairement apparaître que la structure identifiée sur le premier axe de l'analyse oppose les imadats Fjjj, Ouali et Zograta à l'imadat de Mhemla. Le troisième axe est aussi structuré spatialement, le quatrième beaucoup moins, le second à peine. Les mesures d'autocorrélation (Cliff. & al, 1973) peuvent être appliquées aux scores des districts, obtenus avec l'ACP, afin de tester le caractère spatial des structures identifiées. Les tests confirment les impressions visuelles (tableau n°1).

La cartographie de quatre premiers axes issus de l'analyse en composantes principales permet de donner une image des activités agricoles sur la région de Menzel Habib au moment de l'enquête (en

³ Les scores des sujets sont en fait leurs coordonnées dans l'espace décrit par les facteurs.

2004) (figure 7). Elles montrent la spécialisation agricole de certaines régions, expliquée en partie par la nature des variables choisies qui conditionnent les potentialités agricoles : grandes cultures, élevage dans les sept imadats de Menzel Habib.

Ainsi, en l'absence de données socio-économiques individuelles, des indices composites comme les axes factoriels d'une analyse factorielle ou les composantes d'une analyse en composantes principales construits sur une base géographique, qui ont déjà démontré leur intérêt dans des études écologiques, trouvent leur application dans ce travail dans des études socioéconomiques.

Les résultats trouvés dans ce travail proposeraient de nouvelles conclusions très utiles pour les décideurs publics dans la mise au point d'instruments pouvant aider sur le terrain, à la transcription, au

suivi et à l'évaluation des stratégies et politiques élaborées

6. CONCLUSION

Le besoin de cartes, la multiplication des bases de données et l'usage des ordinateurs ont considérablement développé la production de documents cartographiques. Cependant, il reste indispensable de traiter convenablement l'information géographique en vue de sa communication visuelle. Ce travail propose des méthodes de représentation

qui associent et valorisent à la fois les règles de l'analyse des données statistiques et le principe de la répartition spatiale de l'échantillon de données d'enquête. L'article a tenté d'une part d'illustrer les potentialités de synthèse de différentes méthodes spatiales et statistiques, en l'occurrence, l'analyse en composantes principales, et d'autres parts a démontré leur pertinence dans l'analyse de données d'enquêtes socio-économiques des ménages échantillonnés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anselin L. (1980) : Estimation Methods for Spatial Autoregressive Structures, Cornell University, *Regional Science Dissertation and Monograph Series #8*, Ithaca, NY.
- Can A. (1992) : "Specification and Estimation of Hedonic Housing Price Models", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 22, pp. 453-474.
- Can A. et Megboluge I. (1997). "Spatial Dependence and House Price Index Construction", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 14, pp. 203-222
- Alfred Korzybski. (1973). «La géographie, c'est la cartographie. Extrait de Alfred Korzybski, *Science and Sanity*, 1973, http://www.lecavalierbleu.com/images/30/extrait_116.pdf
- Cliff A. D., Ord J. K., (1973). Spatial autocorrelation, London, Pion.
- Couteron P Pelissier R ; Mapaga D. Molino J.F & Tellier L. (2003) : Drawing ecological insights from a management-oriented forest inventory in French Guiana. *Ecol. Manage.*, 172 : 89-108.
- Dray S., (2003) : Cartographie et analyse de données multivariées. Les articles de l'Institut d'Analyse Géographique, Septembre 2003.
- Gabriel K.R., (1971) : The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58, 3, 453-467.
- Geary R.C (1954) : The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician*, 5: 115-145.

- Goodall D.W., (1954) : Objective methods for the classification of vegetation iii. An essay on the use of factor analysis. *Australian Journal of Botany*, 2, 304–324.
- Goodchild M, Lam N. S., (1980) : Areal interpolation: a variant of the traditional spatial problem, *Geoprocessing*, vol. 1, p. 297-312.
- Hubbell, S P; Foster R.B.; O'brien S. T. ; Marms K. E.; Condit R.; Wechsler B. ; Wright S. J.; Loo D.L. S (1999) : Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. *Science*, 283 : 554-557
- Jacques D., Michel L., Gilbert S. (2006) : Analyse statistique des données spatiales. De Journées d'étude en statistique Marseille, Société de statistique de Paris, Jean-Société française de statistique, Publié par *Editions TECHNIP*, 2006, 468 pages.
- Jaouad M., Ben Abed M.A., Tbib A., Fetoui M. (2007) : Typologie des ménages ruraux suivant leurs stratégies d'usage des ressources dans l'observatoire de Menzel Habib* *Revue des Régions Arides* n°18 (1/2007) pp : 59-71 59
- Julie Le Gallo, (2002) : Économétrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire. *Economie et prévision*, n°155- 2002-4.
- Lebart L., A. Morineau, and N. Tabart, (1977) : Techniques de la description statistique, méthodes et logiciels pour la description des grands tableaux. DUNOD, Paris.
- Lebart L., A. Morineau, et Piron M., (1997) : Statistique exploratoire multidimensionnelle. DUNOD, Paris, 440p.
- Loo de Lao S. (1999) : Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in a neotropical forest. *Science*, 283: 554-557.
- Molino J-F ; Sabatier D., (2001) : Tree diversity in tropical rain forests: a validation of the intermediate disturbance hypothesis. *Science*, 294:1702-1704.
- Moran P.A.P (1948) : The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, B 10 : 243-251.
- Ord K. (1975) : "Estimation Methods for models of Spatial Interaction", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 70, pp. 120-126. *Estate Finance and Economics*, vol. 14, pp. 333-340.
- Pace R. K. et Gilley O.W. (1997) : "Using the Spatial Configuration of the Data to Improve Estimation", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, vol. 14, pp. 333-340.
- Paelinck J.H.P. & Klaassen L.H. (1979) : *Spatial Econometrics*, Saxon House.

- Poidevin D., (1999) : La carte moyen d'action : conception - réalisation. Ellipse, Paris.
- Rao C.R., (1964). The use and interpretation of principal component analysis in applied research. *Sankhya A*, 26 ,329–359.
- Sabatier R ; Meot A ; Chessel D ; Thioulouse J (1993) : Analyse des données spatio-temporelles et opérateurs de voisinage. *Biométrie et Environnement* Lebreton J et Asselain B (Eds), Masson, Paris (1993).
- Sabstier D. ; Grimaldi M. ; Prevost M-F ; Guillaume J. ; Gordon M. ; Dosso M. et Curmi P., (1997) : The influence of soil cover organisation on the florestic and structural heterogeneity of a guianan rain forest. *Plant ecology, Kluwer Academec Publisher*, 131: 81-108.
- Sghaier M., Jaouad M., Tbib A. (2005) : Rapport scientifique du thème : Surveillance socio-économique, pratiques et usages des ressources naturelles dans l'observatoire de Menzel Habib. Réseau d'observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (RESELT/OSS), phase 2003-2005, 127p, décembre 2005.
- Student (1914) : «The elimination of spurious correlation due to position in time and space ». *Biometrika*, vol. 5, pp 351-360.
- Thioulouse J., D. Chessel , S. Champely, (1995) : Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structure. *Environmental and Ecological Statistics*, vol. 2, 1-14.

Identification microhistologique des plantes spontanées des zones arides et désertiques et détermination des régimes alimentaires de quelques herbivores sauvages

Mohsen CHAMMEM¹, Abdelwahed HADDAD², Yamna KARSSENE³, Marwa KECHNEBBOU⁴, Hichem SERI⁴, Amira KHORCHANI⁴, Mohsen JARRAY¹ et Touhami KHORCHANI¹

¹:Laboratoire d'Elevage et de la Faune Sauvage Institut des Régions Arides Médenine, Route Djorf km22 Medenine Tunisie.

²:Institut Supérieur de Biologie Appliquée de Médenine Route el Jorf, El Fje 4119, Médenine. Université de Gabès.

³:Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis - Université de Tunis El-Manar, 2092,- Tunisie.

⁴ : Facultés des Sciences de GabèsZrig, 6072, Gabès. Université de Gabès - Tunisie

ملخص

تتمحور هذه الورقة العلمية حول إمكانية استعمال تقنية «الميكروغرافيا» المرتكزة على الخلايا المجهرية للأنسجة النباتية الموجودة بالأغشية النباتية للأوراق. وتهدف إلى التعرف على أصناف النباتات التلقائية المكونة للعليقة المعتمد لدى بعض الحيوانات البرية التي تعيش بالمناطق الجافة والصحراوية. تركز تقنية «الميكروغرافيا» على الفحص التشريحي لعناصر الغشاء الخارجي (هياكل الخلايا الخارجية، الثغور، الشعيرات) المستخرجة من الروث ومقارنتها بالأغشية النباتية المنتزعة من الجهة السفلى للأوراق النباتية. ركز العمل على تحديد الخاصيات التشريحية الدقيقة لـ 44 صنف نباتي جمعت من الحدائق الوطنية سيدي التوي وبوهدمة والجبيل ومن جبل بني خداش. ويعتبر هذا العمل خطوة هامة نحو تكوين أطلس مرجعي شامل للسمات التشريحية الدقيقة المميزة للأغشية النباتية بالمناطق القاحلة والصحراوية. كنماذج تطبيقية حاولنا التعرف على العلائق الغذائية لبعض الحيوانات البرية لا سيما المها وأبو حراب والغزال والأرنب والضب بواسطة التحاليل المجهرية للأنسجة النباتية المستخرجة من روثها. كما تمت مناقشة مزايا وعيوب هذه التقنية وإمكانات الاعتماد عليها لتحديد أغذية الحيوانات البرية على نطاق أوسع.

كلمات مفاتيح: الميكروغرافيا، النباتات التلقائية بالمناطق الجافة والصحراوية، العليقة، حيوانات برية عاشبة.

RESUME

L'analyse microhistologique repose sur le fait que les éléments anatomiques caractéristiques des épidermes inférieurs des espèces végétales consommées par les herbivores sont souvent retrouvés dans leurs contenus stomacaux ou dans leurs fèces. L'identification des végétaux ingérés s'effectue par comparaison à une collection photographique de référence. Dans ce travail, on a présenté les caractéristiques micro-anatomiques des épidermes de 44 espèces végétales collectées à partir de 4 sites à savoir : le Parc National de Sidi Toui, le Parc National de Bouhedma, le Parc National de Jbil et la zone montagnaise de Béni Khedache. Au moyen des éléments anatomiques fondamentaux on a identifié chacune des plantes récoltées à partir de

petits fragments d'épiderme isolés à partir des faces inférieures de leurs feuilles. Ce travail constitue un pas vers la constitution d'une base substantielle de données sur la micrographie des végétaux (Atlas épidermique' de référence) des principaux types d'habitats actuellement occupés par la quasi-totalité des herbivores inféodés aux milieux arides et désertiques. Les régimes alimentaires des ongulés sauvages, du lièvre commun et du fouette queue dans les zones ci-dessus indiquées ont été étudiés à travers l'application de cette méthodologie. Les avantages et les limites de la technique et l'intérêt de son application dans des milieux plus larges ont été également discutés.

Mots clés : *Microhistologie, plantes spontanées des zones arides et désertiques, régime alimentaire, herbivores sauvages*

SUMMARY

Microhistological analysis is based on the fact that micro-anatomical features of epidermal fragments of plant are often found in stomach contents and feces. Therefore, ingested plant may be recognized by comparing epidermal fragments isolated from feces with a «reference collection». In this work, we presented the epidermal fragments characteristics of 44 plant species collected from four arid and desert areas namely: Sidi Toui National Park, Bouhedma National Park, Jbil National Park and mountainous area of Beni Khedache. Anatomical characteristics were identified based on microscopic analysis of epidermis isolated from the lower plant leaf. Therefore, substantial reference collection of epidermal fragments could be established. Here, we studied the diets of wild ungulates, the common hare and the North African Mastigure throughout microscopic analysis of epidermal fragments present in their feces. Also, we discussed the advantages and limitations of the technique, the interest and the possibilities of its future wider application.

Key-words: *Microhistology, spontaneous plants in arid and desert areas, diet, wild herbivores.*

1-INTRODUCTION

Diverses méthodes sont utilisées pour la détermination des régimes alimentaires des animaux. Il s'agit de l'observation directe de l'animal (Zimmer, 2004), de l'analyse de contenu stomacal et l'analyse fécale, (De Vos, 1984; Sinclair, et Smith, 1984) et de l'analyse de l'ADN à partir de résidu des crottes (Matsuki, 2004 ; Valentini et al., 2009, Murray et al., 2011). Le choix de l'une ou l'autre

de ces méthodes dépend de plusieurs facteurs tels que: le milieu de l'étude, l'éco-éthologie de l'animal, la période de l'étude, le matériel disponible, la facilité d'exécution et la fiabilité de la méthode choisie (Dhouib, 1998). En général, on utilise, dans la mesure du possible, les méthodes directes qui ne sont pas coûteuses en temps et ne nécessitent pas de grands moyens. Le recours à des

méthodes indirectes est envisageable pour les animaux farouches, vigilants ou à mœurs nocturnes. La méthode d'analyse des fèces et micrographie des végétaux consommés par les animaux est une méthode indirecte qui repose sur le fait que les éléments anatomiques caractéristiques des épidermes des végétaux sont retrouvés au sein des contenus stomacaux ou des fèces et qu'une identification de ceux-ci sera possible grâce à une comparaison avec un "catalogue photographique" de références (Chapuis, 1980; Garcia-Gonzalez, 1982; Butet, 1985; Rech & Griess, 1994; Burtney, 1991 ; Gransac et al., 1997).

Dans cette étude, on présente les caractéristiques microhistologiques de 44 plantes spontanées qui semblent subvenir aux besoins alimentaires des herbivores sauvages. Au moyen des éléments anatomiques fondamentaux (forme, type, taille et organisation des cellules épidermique et des stomates et les poils) on a identifié chacune des espèces récoltées par le biais des caractéristiques anatomiques des fragments épidermiques prélevés des faces inférieures de leurs feuilles. Le but étant d'établir une collection épidermique de référence. L'objectif est par la suite d'utiliser cette collection pour reconnaître les fragments d'épidermes prélevées des fèces dans l'optique d'identifier les plantes ingérées. Pour la réalisation de ce travail, nous avons choisi quatre zones arides et désertiques, en l'occurrence le Parc National de Sidi Toui, le Parc National de Bouhedma, le Parc National de Jbil et la zone montagneuse de Béni Khedache. En

application de cette méthodologie, on a étudié les régimes alimentaires des ongulés sauvages, du lièvre commun et du fouette queue dans les zones indiquées. Les intérêts et les limites de la technique ont été aussi discutés.

2- MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1-Présentation des sites de collecte

La présente étude a concerné les Parcs nationaux de Bou Hedma (PNB), de Jbil (PNJ), de Sidi Toui (PNST) et la chaîne montagneuse de Béni Khédache (Figure 3). Les reliefs et les milieux édaphiques sont plus ou moins contrastés (parcours steppiques, grand erg oriental, massifs montagneux, forêt de Gommier ou *Acacia tortilis*, de vastes dépressions). Ces sites sont situés dans des zones caractérisées par une aridité climatique extrême. Le régime thermique, dont la moyenne annuelle dépasse 18°C, est contrasté entre un été chaud à très chaud et un hiver tempéré à doux (Karem, 2003). Les précipitations sont souvent irrégulières et varient considérablement entre le Nord (350 mm) et le Sud (<80 mm). Les zones investiguées sont couvertes par plus de 400 espèces appartenant à plusieurs groupements végétaux. L'état de la végétation est contrasté allant d'un couvert clairsemé sur les plaines à une végétation éparse ou absente sur les dunes de sable mobile (Floret et al., 1983 ; Schoenenberger, 1992; Karem, 2003).

2.2- Collecte des échantillons végétaux et analyse micrographique

La collecte d'échantillons a concerné 44 espèces végétales spontanées (*Asphodelus refractus*, *Enarthrocarpus clavatus*, *Ononis natrix*, *Hedysarum*

spinosissimum, *Chenopodium murale*, *Hippocrepis areolata*, *Medicago truncatula*, *Echiochilon fruticosum*, *Muricaria prostrate*, *Stipa capensis*, *Colocynthis vulgaris*, *stipagrostis pungens*, *Henophyton deserti*, *Rhanterium suaveolens*, *Diplotaxis simplex*, *Anabasis oropediorum*, *Nolletia chrysocomoides*, *Fagonia glutinosa*, *Echium pycnanthum*, *Anacyclus clavatus*, *Reseda alba*, *Launaea quercifolia*, *Plantago ovata*, *Plantago albicans*, *Launaea resedifolia*, *Helianthemum kahiricum*, *Daucus syrticus*, *Matthiola longipetala*, *Bromus rubens*, *Astragalus caprinus*, *Medicago minima*, *Cutandia dichotoma*, *Launaea angustifolia*, *Launaea glomerata*, *Lobularia lybica*, *Asteriscus pygmaeus*, *Moricandia suffruticosa*, *Fagonia cretica*, *Linnaria aegyptiaca*, *Scorzonera undulate*, *Herniaria fontanesii*, *Gymnocarpos decander*, *Artemisia herba-alba*, *Retama raetam*). Ces plantes appartenant à 15 familles différentes (Liliacées, Amarantacées, Apiacées, Astéracées, Boraginacées, Brassicacées, Caryophyllacées, Cistacées, Cucurbitacées, Fabacées, Malvacées, Plantaginacées, Poacées, Resedacées et Scrophulariacées) sont considérées comme largement représentatives et probablement palatables par les herbivores.

Les espèces végétales collectées ont été identifiées à travers la détermination des caractéristiques anatomiques des fragments épidermiques selon la méthode développée par Garcia-Gonzalez (1982). Cette méthode consiste à faire ressortir les principales caractéristiques micro-anatomiques de l'épiderme des faces inférieures de leurs feuilles. Les principaux critères d'identification uti-

lisés sont (1) l'orientation des cellules par rapport à la nervation, (2) la forme, la taille et les agencements des cellules, (3) l'aspect des membranes cellulaires (épaisseur, morphologie), (4) les structures, densité, localisation et répartition des stomates et (5) l'aspect des trichons (poils épidermiques, vésicules, glandes, papilles).

La feuille (ou le fragment végétal) est maintenue entre l'index et le pouce de manière à ce que sa face inférieure soit dirigée vers le haut. L'épiderme inférieur est minutieusement gratté à l'aide d'une lame de rasoir. Dans le cas des plantes sèches, le fragment choisi est trempé dans de l'eau additionnée de Teepol pendant une dizaine de minutes afin de le réhydrater. Pour leur éclaircissage, les fragments d'épiderme obtenus sont placés dans une coupelle contenant l'eau de javel diluée pendant 20min. Ils sont ensuite mis dans une boîte de pétri contenant de l'eau de robinet pour le rinçage. Les fragments sélectionnés, avec une goutte de glycérine, sont placés entre lame et lamelle et microphotographiés. Les préparations ainsi obtenues forment le catalogue de référence qui sert de clés d'identification des espèces végétales.

Les échantillons de fèces analysés appartiennent à l'Antilope Oryx algazelle (*Oryx dammah*), à l'Antilope Addax (*Addax nasomaculatus*), au Lièvre du cap (*Lepus capensis*) et le Fouette queue (*Uromastix acanthinura*). Ces échantillons ont été collectés à l'occasion des investigations menées dans le cadre des travaux de recherche relatifs à ces espèces animales dans les quatre sites citées antérieurement. La technique de préparation des épidermes consiste

à broyer et à laver les échantillons de crotte sur tamis de maille de 2 à 4 mm. Les fractions d'épidermes identifiées sont étendues entre lame et lamelles. Elles sont par suite observées au microscope et comparées à la collection de référence.

3- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1- Observations microscopiques et description de l'épiderme inférieur des feuilles des plantes

3.1.1- Les cellules épidermiques

L'observation microscopique des épidermes des espèces végétales collectées présente un éventail de critères micro-morphologiques fondamentaux facile à distinguer pour chaque famille voire pour chaque taxon (figure 1). En effet, on a constaté que la forme et la disposition des cellules épidermiques varient d'un taxon à l'autre. On distingue des cellules épidermiques alignées (*Ononis natrix*, *Stipagrostis pungens*, *Stipa capensis*, *Anacyclus clavatus*, *Fagonia cretica*, *Herniaria fontanesii*), des cellules épidermiques plus ou moins alignées (*Medicago truncatula*, *Echium pycnanthum*, *Launaea quercifolia*, *Asteriscus pygmaeus*, *Astragalus caprinus*), des cellules épidermiques isodiamétriques (*Colocynthis vulgaris*, *Helianthemum kahiricum*, *Fagonia glutinosa*, *Henophyton desertii*, *Lobularia lybica*), des cellules épidermiques allongées, d'autres étroites et dont la longueur est 2 à 6 fois plus importante que la largeur (*Launaea resedifolia*, *Herniaria fontanesii*).

Chez la plupart des espèces végétales étudiées, les cellules épidermiques sont protégées par des parois cellulaires

rectangulaires, pentagonales, losangiques. On a identifié aussi des parois rectilignes telles que celles de *Launaea resedifolia* et *Herniaria fontanesii*. D'autres sont plus ou moins ondulées telles que celles de *Henophyton desertii*, *Asteriscus pygmaeus* et *Moricandia suffruticosa*. La surface cellulaire est granuleuse et parfois striée, recouvrant l'ensemble des cellules épidermiques chez les espèces végétales suivantes ; *Stipagrostis pungens*, *Stipa capensis*, *Cutandia dichotoma*, *Linaria aegyptiaca* et *Anacyclus clavatus*.

3.1.2- Les stomates

Il est à signaler que les stomates des espèces végétales étudiées présentent des formes, des tailles, des densités et des dispositions variables. Pour certaines espèces végétales telles que *Stipagrostis pungens*, *Cutandia dichotoma* et *Daucus syrticus*, la répartition des stomates est uniforme et régulière. Cependant, elle est aléatoire pour la plupart des autres espèces. Tous les types de stomates signalés dans la bibliographie ont été observés : Stomates anomocytique (*Helianthemum kahiricum* et *Stipagrostis pungens* et *Cutandia dichotoma*) ; Stomates paracytiques (*Chenopodium murale* et *Rhanterium suaveolens*) ; Stomates ansocytiques (*Echium pycnanthum*, *Gymnocarpos decander*) ; Stomates diacytiques (*Launaea resedifolia* et *Linaria aegyptiaca*).

Quelques cellules stomatiques de forme plus ou moins circulaires ont été également observées chez certaines espèces et notamment chez *Daucus syrticus* et *Cutandia dichotoma*. Il existe aussi des stomates entourés par deux à quatre cel-

lules voir même plus et constituent, ainsi, une ceinture comme chez *Moricandia suffruticosa*.

3.1.3-Les poils

Nous avons observé des poils tecteurs unicellulaires qui peuvent être classés sous plusieurs catégories: poils vermiciformes de longueur variable, (*Muricaria prostrata*, *Anacyclus clavatus*, *Astragalus caprinus*); poils droit (*Helianthemum kahiricum*); poils cylindriques codés vers la base, (*Reseda alba*), poils en crochet (*Echiochilon fruticosum*); poils en

épines et courtes (*Echium pycnanthum*, *Bromus rebens*); poils en navette qui forment un bouquet (*Astragalus caprinus*, *Matthiola longipetala*) et poils étoilés (*Helianthemum kahiricum* et, *Matthiola longipetala*). On a noté aussi que la tête sécrétrice des poils est unicellulaire chez la majorité des espèces étudiées. Chez quelques espèces comme *Reseda alba* et *Matthiola longipetala*, et *Helianthemum kahiricum* les poils apparaissent sous forme de plage, ou zone de sécrétion sur une portion de l'épiderme.

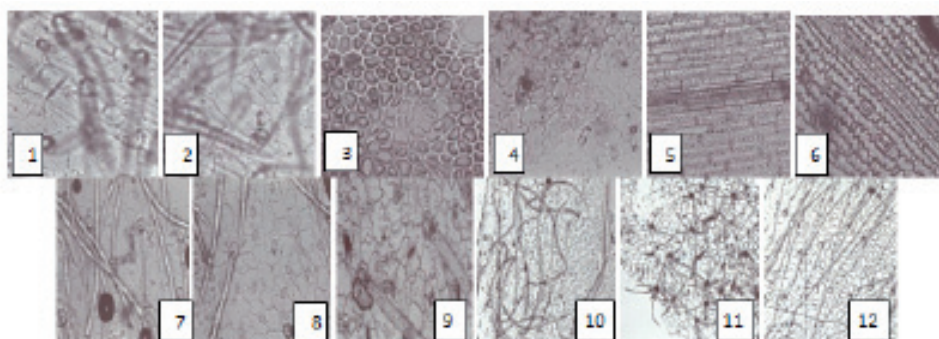


Figure 1 : Exemples de cellules épidermiques et de poils de quelques espèces pastorales collectées des sites de l'étude. Cellules épidermiques : (1) *Medicago minima*, (2) *Muricaria prostrata*, (3) *Colocynthis vulgaris*, (4) *Diploaxis simplex* (5) *Stipagrostis pungens*, (6) *Stipa capensis*. Poils : (7) *Medicago minima* (8) *Muricaria prostrata* (9) *Helianthemum kahiricum* (10) *Launaea quercifolia* (11) *Helianthemum kahiricum* (12) *Plantago ovata*.

3.2- Détermination du régime alimentaire à partir de la matière fécale

La comparaison des fragments épidermiques identifiés dans les fèces des différentes espèces animales étudiées avec les lames de référence, nous a permis de déterminer leurs spectres trophiques dans les différents sites prospectés. Les résultats obtenus ont montré que les régimes alimentaires des ongulés sauvages, du lièvre commun, et du fouette queue se composent de 9, 20 et 9 taxons, respectivement. Cette technique a permis également d'évaluer la part de chaque espèce végétale dans les constituants du régime alimentaire de l'animal et d'évaluer sa palatabilité. Les ongulés sauvages consomment un pourcentage très élevés de graminées et plus particulièrement *Stipa capensis*, *Stipagrostis pungens* et *Stipa lagascae*. Ce résultat est en accord avec les résultats des suivis directs des Oryx et des Addax sur les parcours et les dégâts infligés sur les graminées. Le régime alimentaire du lièvre commun est aussi dominé par les graminées qui constituent environ 49% des fragments épidermiques identifiés. En outre, ce lagomorphe varie ses choix alimentaires selon les disponibilités du site. Le régime alimentaire du fouette queue est constitué d'un large spectre d'espèces végétales de la strate herbacée basse. Selon ces résultats, ce lézard semble avoir une grande affinité particulière à l'*Anacyclus clavatus* et à moindre degré, au *Launaea resedifolia*. Celles-ci représentent environ 55% et 20%, respectivement de l'ensemble des fragments identifiés. Néanmoins, il est à souligner que cette méthode indirecte

n'est pas toujours fiable. En effet, il n'est pas évident, parfois, de reconnaître les espèces végétales ingérées à partir de petits fragments isolés dans les fèces ou dans les contenus stomacaux ou intestinaux. A titre d'exemple, environ 8% des fragments épidermiques présents dans les fèces du lièvre commun présentent des structures extrêmement équivoques et empêche, ainsi, de les comparer aux structures dans le catalogue de référence. Certaines espèces vertes et tendres peuvent aussi être ignorées en raison de leur digestion presque complète.

4- CONCLUSION

La microhistologie est une technique qui consiste à identifier les éléments anatomiques clés des épidermes de la face inférieure des feuilles des végétaux à savoir les cellules épidermiques, les stomates, les poils tecteurs, les poils et les organes de sécrétion et la forme cristalline. Malgré la complexité botanique des espèces végétales utilisées, il s'est avéré que ces éléments anatomiques, qui montrent une grande spécificité pour certaines familles, peuvent être efficaces pour l'identification des espèces végétales. La caractérisation anatomique de 44 espèces végétales spontanées collectées à partir de 4 sites situés en zones arides et désertiques a permis d'établir un catalogue photographique de référence. Celui-ci peut être considéré comme un pas vers la constitution d'un atlas épidermique des espèces végétales spontanées des habitats actuellement fréquentés par la majorité des espèces animales des milieux arides et désertiques.

L'exploitation de cet Atlas épidermique lors de l'étude des régimes alimentaires des espèces farouches, appartenant à différents groupes taxonomiques et de différentes tailles, est possible. Les avantages conférés par les spécialistes concernant cette application ont été confirmés à travers les essais réalisés sur l'antilope Oryx algazelle, l'antilope Addax, le lièvre commun et le fouette queue dans le Parc National de Bou Hedma, le Parc National de Jbil, le Parc National de Sidi Toui et la région montagneuse de Béni Khédache. En

effet, il est important de signaler que cette approche ne nécessite ni d'énormes moyens matériels ni de longues périodes d'investigations. Par ailleurs, la collecte des échantillons ne constitue pas une source de dérangement pour l'espèce animale visée.

Les résultats ainsi obtenus sont prometteux mais d'autres études, à plus grandes échelles spatio-temporelles, s'avèrent nécessaires pour valider cette technique dans l'identification des régimes alimentaires des herbivores farouches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Burthey M. (1991) : Etude du régime alimentaire du Cerf de barbarie (*Cervus alaphus barbarus* Bennet, 1883). *Mémoire: Dip. Eco. Prat. Haut. Etudes*, Montpellier. 91p.
- Butet A. (1985) : Méthode d'étude du régime alimentaire d'un rongeur polyphage (*Apodemus sylvaticus* L.) par l'analyse microscopique des fèces. *Mammalia*, p 455-479.
- Chapuis J.L. (1980) : Méthode d'étude du régime alimentaire du lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus* L) par l'analyse micrographique des fèces. *Revue. Ecol; Terre de vie*, 34(2): 159-197.
- De Vos A.(1964) : Food utilization by snowshoe hares on Manitoulin Island, Ontario. *J. Forestry* 62: 238-244.
- Dhouib S. (1998) : Contribution à l'étude du cerf de barbarie (*Cervus alaphus barbarus* BENNET (1883) : Espèce préservée du Parc National d'El-Faidja.
- Floret Ch., Le Floc'h E., Pontanier R. (1983) : Phytomasse et production végétale en Tunisie présaharienne. *Acta Oecologia, Oecol. Plant.*, 4 (18), n°2: 133-152.
- Garcia-Gonzales R. (1982) : Epidermis foliares de algunas especies de Festuca. Poa y Bellardiochloa en el Pirineo Occidental. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 39: 389-404.
- Gransac N., Val et G., Gugnasse J.M., RECH J. (1997) : Seasonal diet of mouflon (*Ovisgmelini*): comparison of population sub units and sex-age claddes ; *Rev. Ecol. (Terre vie) vol. 52*.
- Karem A. (2003) : Les Parcs Nationaux de Tunisie. *Kaupia. Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte. Heft, 12, 3-17*.

- Matsuki R. (2004) : *Development of New Ecosystem Research Method using DNA analysis*. PhD thesis. Biological Environment Sector, Japan, 277 pp.
- Murray D.C., Bunce M.; Cannell B.L., Oliver R., Houston J., White N.E., Barrero R.A., Bellgard M.I., Haile J. (2011) : DNA-Based Faecal Dietary Analysis: A Comparison of qPCR and High Throughput Sequencing Approaches. *PLoS ONE* 6(10): e25776.
- Rech J., Griess D. (1994) : Micrographie des végétaux consommés par les animaux. *Revue M2D*, 145, 4, pp 279-289.
- Schoenenberger A. (1992) : Parcs nationaux de Jbil et Sidi Toui, périmètre d'Oum Echchiah. Mission phyto-écologie et inventaires floristiques. Données sur les espèces rares et menacées du sud. Projets GTZ, promotion de la protection des ressources naturelles et de l'exploitation de la faune sauvage dans les régions arides, 11p.
- Sinclair, A. R. E.; Smith J. N. M. (1984) : Do secondary compounds determine feeding preference of snowshoe hares? *Oecologia* 61: 403-410.
- Valentini A., Miquel C., Nawaz M.A., Bellemain E.V.A., Coissac E. (2009) : New perspectives in diet analysis based on DNA barcoding and parallel pyrosequencing: the trnL approach. *MolEcolResour* 9: 51-60.
- Zimmer P. J. (2004) : *Winter habitat use and diets of snowshoe hares in the gardener, Montana area*. MSc Thesis. Montana State University, Montana, 51 pp.