

La qualité du vinaigre du dattes obtenu par le procédé traditionnel du sud algérien ; compose volatils.

BENAHMED DJILALI ADIBA⁽¹⁾, **K. BENRACHEDI**⁽²⁾.
S.BENAMARA⁽²⁾.

(1): Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

(2): Département Technologie Alimentaire - Université de Boumerdès
35000, Algérie

Résumé

Le vinaigre résulte de la transformation de l'alcool en acide acétique sous l'action de bactéries acétiques qui constituent la « mère du vinaigre ». Pour réussir cette transformation, il convient d'associer des ingrédients de choix à de bonnes conditions de travail.

Dans cette optique, nous avons jugé utile de valoriser deux variétés de dattes communes Mech-Degla et Degla-Beida, afin de mettre sur le marché national une nouvelle génération de produit qui est le vinaigre fabriqué par un processus traditionnel tel qu'il est fabriqué dans la région de M'zab à partir d'une matière première locale abondante et disponible en quantité non négligeable.

La caractérisation de quelques critères morphologiques, physicochimiques et microbiologiques, montre que les différences entre les deux variétés, ce qui renseigne sur une grande diversité variétale et sur des qualités prédisposant notre matériel végétal à la double fermentation alcoolique et acétique obligatoire pour l'obtention du vinaigre.

L'analyse de la qualité du vinaigre obtenu après 45 jours de fermentation par CGMS indique une prédominance de l'acide acétique 53,02 % et 26,01% pour les deux vinaigres obtenus de Mech-Degla et de Degla-Beida respectivement. D'autres composés volatils comme: L'acétaldéhyde, acide Formique, 1-3 Butandiol, 2-Propanone 1 hydroxy sont présent en quantité négligeable. L'action de

la plupart des composés organiques identifiés par CGMS sur les qualités organoleptiques du vinaigre dépend de leur niveau de concentration et d'accumulation.

Mots clé: Dattes communes, vinaigre traditionnel, Qualité, Composés volatils, Butanediol.

ملخص

الخل ينتج عن عملية تحول الكحول الى حمض الخل بوجود بكتيريا حمضية التي تدعى أم الخل.

نجاح هذا التحول يتطلب وجود مكونات وو سائل العملية. ولهذا الهدف استعملنا نوعين من التمور المشتركة مش دقلة ودقلة بيضاء لوضع في السوق انتاج جديد ينتج عن عملية تقليدية مستعملة في الجنوب في ناحية مزاب.

الخصائص الفيزيائية والكيمائية والبنوية تظهر أن هذين النوعين من التمور مختلفان وهم أسسبين في التخمر للحصول على الخل التقليدي.

تحليل نوعية الخل المتحصل عليه بعد 45 يوم من التخمر بـ SCGM تظهر تواجد حمض الخل بكمية % 35 من نوع مش دقلة و % 26 حمض الخل من نوع دقلة بيضاء

وجود مكونات تتبخر مثل حمض النمل وأسيد ألديهيد، 2 بروبانون 1 بكمية قليلة، يآثر وجود هذه المكونات المحللة بـ SCGM على النوعية الذوقية للخل بالتجمع والكمية كبيرة.

مفتاح الكلمات

التمور المشتركة، الخل التقليدي، النوعية، المكونات المتبخرة، بيتان دي أول.

- ❖ Les analyses microbiologiques: nous avons analysé la présence éventuelle des levures et moisissures sur le milieu sélectif qui est la gélose OGA. Tan disque la recherche des bactéries acétiques a été effectuée sur le milieu Frateur.
- ❖ Les analyses physicochimiques ont été effectuées selon la norme AFNOR.

Le pH: Sa mesure s'effectue avec la lecture directe sur un pH mètre HANNA instruments 21.

Le taux de solides solubles (Degré Brix) a été déterminé par réflectométrie (ATAGO RX 5000),

2.2-Elaboration du vinaigre traditionnel.

Nous allons d'abord envisager la méthode de fabrication traditionnelle du vinaigre de dattes et l'analyse de la qualité de ce premier par l'identification des composés volatils par une CPG.MS

L'acide acétique est un produit important dans les qualités organoleptiques des produits fermentés.

Le vinaigre résulte de la transformation de l'alcool en acide acétique sous l'action de bactéries acétiques qui constituent la « mère du vinaigre ». Pour réussir cette transformation,

il convient d'associer des ingrédients de choix à de bonnes conditions de travail:

* Un vinaigrier est traditionnellement un récipient domestique en terre cuite en forme d'amphore muni d'un couvercle en liège ou en terre cuite. Sa base est dotée d'un trou dans lequel est placé un robinet mini d'un joint qui en assure l'étanchéité. Il est possible d'utiliser une grosse bouteille ou un récipient sans robinet à la base. Il est alors important que la surface du liquide soit large pour permettre une bonne oxygénation de la culture microbienne et que le prélèvement se fasse en évitant de faire couler la mère au fond du vinaigrier c'est-à-dire de noyer les microorganismes ;

La mère du vinaigre doit être conservée dans un peu de vinaigre en cas d'utilisation ultérieure. Lorsqu'elle devient trop volumineuse, il faut en enlever une partie qui servira pour d'autres fabrications;

* Actuellement, à travers le monde, beaucoup de produits végétaux peuvent fermenter et donner une multitude de vinaigres (Komia, 1996).

Processus de fabrication traditionnelle du vinaigre:

Après le triage et le lavage des dattes, on remplit le tiers d'un récipient en plastique de capacité de 1 L (Bouteille de yaourt préalablement lavé avec de l'eau de javel et du savon et rincé avec de l'eau distillée) avec une mesure de dattes et deux mesures d'eau du robinet.

Au mélange ainsi obtenu, sont additionnés selon les habitudes traditionnelles des zones de production divers produits en faible proportion parmi les quels:

- ❖ 07 grains de blé (Comme source de carbone et d'énergie).
- ❖ 07 grains d'orge (Azote assimilable).
- ❖ 07 grains de Harmel et 07 grains de coriande (Agent aromatisant).
- ❖ Pincé de sel de table (sels minéraux).
- ❖ Pincé de piment.
- ❖ Clous de Fer (En fonction de la quantité de dattes, il est ajouté comme oligo-éléments).

On bouche la bouteille avec un bouchon perforé (01 trou pour l'aération).

Le mélange ainsi obtenu est laissé pendant 40 à 45 jours à la température 30°C (température optimale de développement des bactéries acétiques).

Ce délai passé, on débouche la bouteille et à l'aide d'un tamis à mailles fines, le contenu est filtré. Le filtrat ainsi obtenu est le vinaigre traditionnel.

Au fur et à mesure du déroulement de la fermentation, on effectue une série des prélèvements pour effectuer des analyses biochimiques et microbiologiques du liquide de la fermentation.

A la fin de la fermentation, nous serons en présence du vinaigre de dattes qu'il faut distiller pour pouvoir extraire l'éthanol. La température de distillation est de l'ordre de 78 °C.

L'ensemble des étapes est présenté sur la figure n°1.

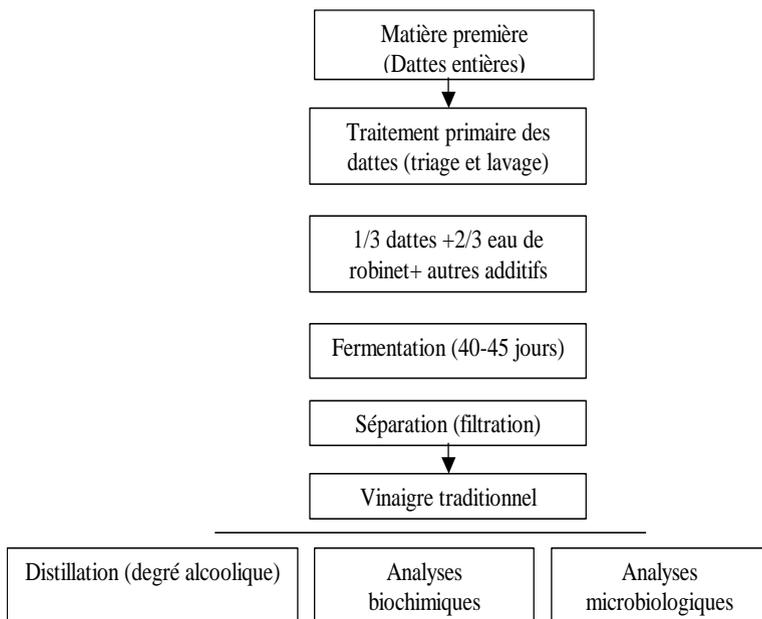


Figure n° 1: Diagramme de fabrication traditionnelle du vinaigre [Ould El Hadj et al 2001].

2.3. Identification des composés volatils dans le fruit de datte et du vinaigre de dattes: Sont identifiés par le couplage chromatographie capillaire en phase gazeuse spectrométrie de masse (CPG, SM).

La température de l'injecteur de CPG-CM était de 280°C et une colonne apolaire SPB5 (5% de polarité MS) a été utilisée. Le gaz vecteur était l'hélium.

La phase stationnaire: Polyméthyl siloxane (95 %) et phényle (5%). Les spectres ont été enregistrés en mode impact Bombardement électronique à 70 Ev. La programmation de la température était 8 °C/mn.

III-Résultats et discussion:

3.1. Quelques indices physico-chimiques, morphologiques et bactériologiques de dattes:

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau n° 1 et 2.

Tableau n° 1: Résultats des analyses physico-chimiques de dattes.

Variétés de dattes	pH à T=18 °C	Humidité (g d'eau / 100 g de matière fraîche)	Teneur en cendres moyenne (%)	Acidité titrable totale (g d'acide malique / 100 g de produit)	Saccharose (%) MS (°Brix)	Glucose (%) MS.
<i>Mech-Degla</i>	6,22	12,25	1,85	0,522	51,4	20
<i>Degla-Beida</i>	5,21	15,64	2,49	0,955	30,36	40

-Nous remarquons d'après ces résultats que le pH des deux variétés de dattes étudiées se situerait entre les valeurs 5,3 et 6,3 caractérisant des dattes de qualité moyenne (dattes communes) [Reynes, 1996].

-Les deux variétés étudiées présentent des teneurs en eau de l'ordre de 16 % pour Degla-Beida et de 13 % pour Mech-Degla. Ce qui indique que la variété Mech-Degla est relativement moins humide que la variété Degla-Beida. Nos variétés sont conformes aux normes internationales [CEE-ONU DF-08] et Codex Alimentarius [FAO/OMS CODEX STAN, 1991].

-Les teneurs en cendres de dattes Dgla-Beida présentent une teneur de 2,49% tandisque les dattes Mech-Degla présentent une teneur faible de 1,85%. Des résultats similaires aux nôtres ont été obtenus par [Baangoud et Shamshad, 1984 ; Bin-Shana et al 1987].

-Les deux variétés de dattes présentent une acidité titrable totale comparable aux résultats de [Youcef et al, 1992] ayant travaillé sur différentes variétés Egyptienne et pour lesquelles ils ont trouvé des valeurs comprises entre 0,1 et 0,2 % exprimée en acide malique.

-Les valeurs trouvées pour le glucose sont comparables aux résultats publiés par [Acourene et Tama 1997].

L'analyse microbiologique des deux variétés de dattes Mech-Degla et Degla-Beida a montré que les dattes présentaient à la récolte une qualité hygiénique acceptable. L'analyse microbiologique n'a pas montré la présence de bactéries lactiques.

La charge en levures moisissures et bactéries acétiques du matériel de notre étude reste conforme aux normes préconisées par la réglementation Algérienne [1998].

Tableau n°2: Caractéristiques morphologiques des deux variétés de dattes.

<p>Mech-Degla. -Gestion du matériel végétal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nom vernaculaire: <i>Mech-Dgela.</i> • Sens du nom: Datte qui n'est pas <i>Deglet- Nour.</i> • Date de maturité: Octobre. • Date de récolte: Octobre-Novembre • Utilisation de la datte: Fraîche et conservée. • Mode de conservation: En sacs ou régimes. <p>-Description Morphologique:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stade de récolte: Tamar. • Forme de fruit: Ovoïde. • Couleur de la pulpe épicarpe: marron peu prononcé. • Couleur du mésocarpe: blanche. • L'aspect de l'épicarpe: Ridé, peu 	<ul style="list-style-type: none"> • Couleur du noyau: Marron. • Goût: Très bon. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • Poids total du fruit (g): $5,67 \pm 0,38$. • Poids de la pulpe (g): $4,50 \pm 0,40$. • Longueur (cm): $3,67 \pm 0,03$. • Largeur (cm): $1,86 \pm 0,14$. • Poids du noyau (g): $1,15 \pm 0,29$.
---	--

<p>brillant et cassant.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La consistance: Sèche. 	
<p><i>Degal-Beida.</i></p> <p><i>:-Gestion du matériel végétal</i></p> <p>Nom vernaculaire: <i>Degla-Beida.</i></p> <p>Sens du nom: Datte blanche.</p> <p>Date de maturité: Octobre.</p> <p>Date de récolte: Octobre</p> <p>Utilisation de la datte: Non consommée fraîche, utilisée en confiserie.</p> <p>Mode de conservation: En sacs.</p> <p><i>:-Description Morphologique</i></p> <p>Stade de récolte: Tamar.</p> <p>Forme de fruit: Ovoïde (sub cylindrique).</p> <p>Couleur de la pulpe épicarpe: Jaune Orangée.</p> <p>Couleur du mésocarpe: Beige.</p> <p>L'aspect de l'épicarpe: Lisse et légèrement plissée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La consistance: Demi molle (demi sèche. • Texture: Fibreuse. • Couleur du noyau: Marron à surface lisse. • Goût: Bon.  <ul style="list-style-type: none"> • Poids total du fruit (g): 6,48 ± 0,94. • Poids de la pulpe (g): 5,09 ± 0,68. • Longueur (cm): 4,21 ± 0,22. • Largeur (cm): 2,02 ± 0,01. • Poids du noyau (g): 1,34 ± 0,24.

3.2. Résultats de l'analyse des composés volatils par CPG.MS:

Plusieurs composés organiques du fruit de dattes ont été identifiés:

On peut noter que, 25 composés appartenant principalement aux alcools et aux aldéhydes ont été identifiés par Reynes et al [1996]; en utilisant plusieurs méthodes d'extraction et de piégeage, tan disque Jaddou et al [1984] en utilisant les méthodes de distillation à basse température et à pression réduite et la chromatographie en phase gazeuse, ont identifié des acides gras libres volatils et des phénols.

Mohamed et al [2005] ont identifié 6 acides organiques dans trois variétés de dattes de Oman (acide Succinique, iso butyrique, citrique, oxalique, formique et malique); Harrak et al [2005] ont identifié 45 composés volatils dans les huit variétés de dattes marocaines.

Il apparaît également d'importantes différences entre les composés organiques identifiés dans les dattes Degla-Beida et ceux rencontrés dans la littérature.

- ✓ 4 Alcools aliphatique (Aldéhyde hydroxy, 2,3 Butandiol, 1,2 Propanediol 3-methoxy, 1,3 Butandiol sont nouvellement identifiés.
- ✓ Trois nouveaux acides (Acides Acétique, Acide Anhydride et l'Acide Butanoïque.
- ✓ Deux nouvelles cétones ont été identifiées (4 H-Pyran-4-One 2-3 dihydro-3,5-dihydroxy 6-methyl et 2 Propanone, 1-hydroxy).
- ✓ Le phénomène de la fermentation a abouti à une forte augmentation de la quantité et la variété des composés volatils émis par les tissus végétaux. Les résultats de l'analyse par (CPG-SM) des spectres relatifs aux vinaigres obtenus après 45 jours fermentation révèlent une prédominance de l'acide acétique 19,95% (vinaigre à base *Mech-Degla*), 53,02 % (vinaigre *Degla-Beida*) (illustrés dans la figure n° 3 et 4

respectivement) et 26,01% dans le jus à base de *Degla-Beida* (illustrés dans la figure n° 2).

- ✓ Les autres composés tels que: Acide formique anhydride 1,3 Butandiol, 2 Propanone 1- hydroxy sont présent en quantité infime.

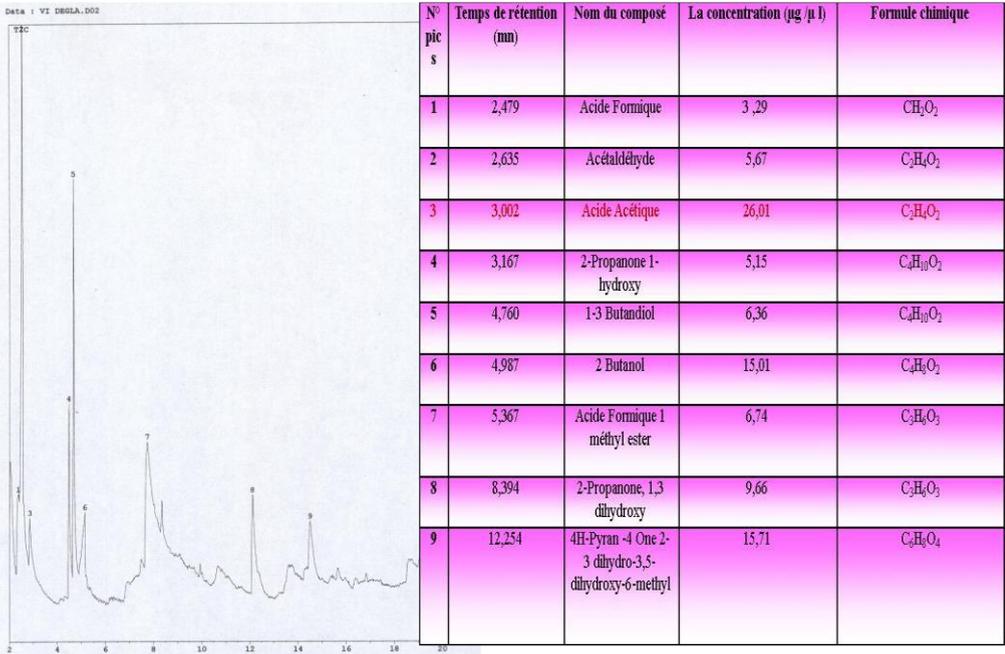


Figure n° 2 : Spectre CGMS
(Cas du jus de datte de *Degla-Beida*)

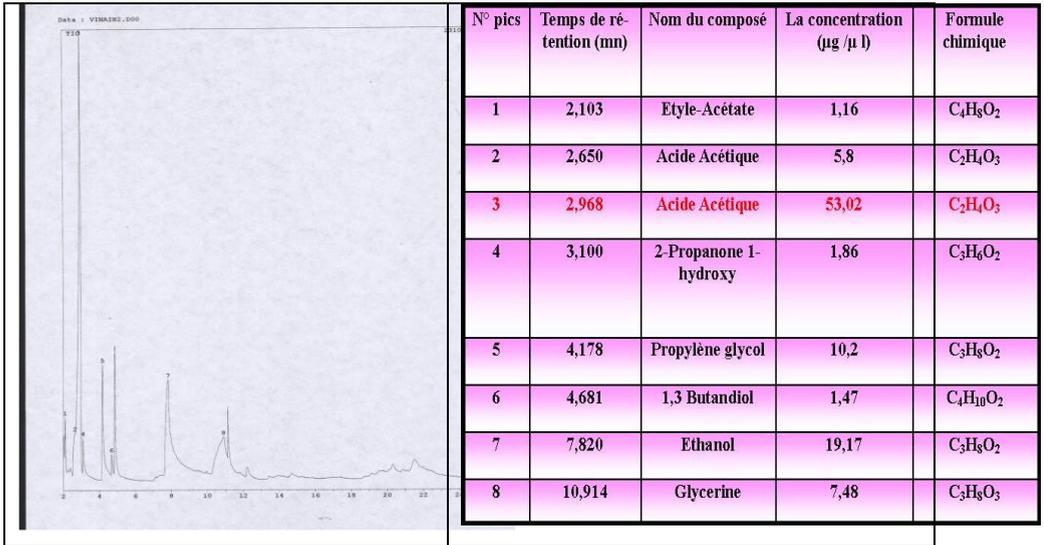


Figure n° 3 : Spectre CGMS (Cas du vinaigre de *Mech-Degla* Après 45 jours de fermentation).

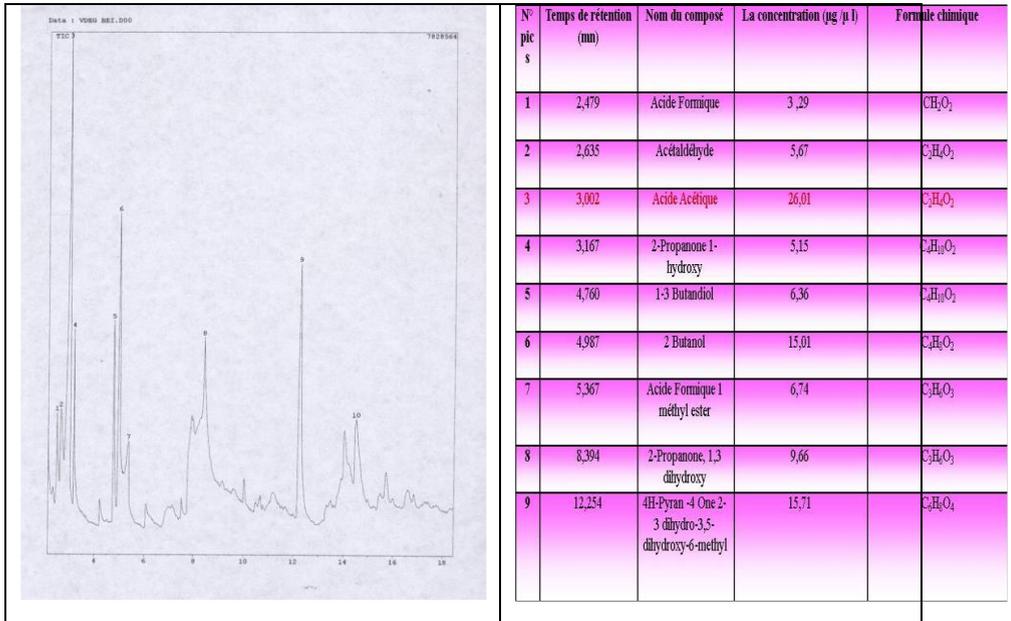


Figure n°4 : Spectre CGMS (Cas du vinaigre de *Degla-Beida* Après 45 jours de fermentation).

- ✓ Le butanediol révélé aussi dans le fruit initial à une teneur assez élevée de 13 μ g/ μ l (classé comme stupéfiant en France par arrêté du 28 Avril 1999 [Drouzas, et al 1999])
- ✓ La production de 2,3 butanediol est actuellement à l'étude car c'est une matière première pour la production d'additifs pour carburants liquides, de résines polybutylène t éréphthalate de γ -butyrolactone, le LycraTM [Concepts et Techniques 2006].

Le 2,3 Butanediol ($\text{CH}_3\text{-CHOH-CHOH-CH}_3$) et l'acétoïne ($\text{CH}_3\text{-CHOH-COCH}_3$) sont des produits presque constants du métabolisme bactérien des glucides. Existant parfois à l'état de traces (cas de nos dattes), ils peuvent aussi s'accumuler dans les milieux de culture (milieu de fermentation).

Le problème de leur utilisation par les bactéries a donné lieu à des nombreux travaux et contradictions que nous exposerons ultérieurement. Pour les uns, ce sont des produits intermédiaires du métabolisme glucidique, pour les autres, au contraire, ce sont des substances finales.

On peut en conclure que l'assimilation ou la non-assimilation de ces produits est une question et même de souches microbiennes.

Des recherches déjà anciennes, reprises grâce à des nouvelles techniques de dosage révèlent que si le rôle de la souche est indéniable, le butanediol et l'acétoïne apparaissent non pas comme des produits intermédiaires nécessaires de la glycolyse, mais comme des produits 'latéraux' dérivant de produits intermédiaires.

Suivant qu'ils sont en quantités insuffisantes ou en excès, l'oxygène et l'azote assimilable provoquant soit l'accumulation du butanediol et de l'acétoïne soit leur utilisation dès que les glucides ont disparu (M.Gabriel Bertrand, M.M.Maurick Lrmoigne et Michel- Hoorman [Séance 1948].

Ainsi ces produits, dont l'ubiquité montre l'importance biologique, jouent dans certains cas, le rôle de substance de réserves extracellulaire.

La concentration en azote assimilable est le facteur qui influe le plus sur la cinétique fermentaire (Jackson (1994), Bely et al (1994), Dubois et al. 1996). Car ce nutriment intervient non seulement dans la croissance levurienne mais aussi sur la cinétique de transport

des sucres au cours de la fermentation, la vitesse de transport étant une étape limitante de la cinétique fermentaire [Sablayrolles et al.1996].

De ce qui précède, il apparaît clairement que mis à part le cas de certains composés, comme le méthanol, le butanediol dont la présence dans le vinaigre est néfaste.

Ou même toxique, l'action de la plupart des composés organiques sur les qualités organoleptiques du vinaigre dépend de leur niveau de concentration et d'accumulation.

Or, et pour un même moût de dattes et des conditions physico-chimiques identiques, la teneur de ces composés dépend de la nature de la flore existante dans le milieu de fermentation et spécialement de la souche de levure qui confère donc une certaine spécificité du vinaigre de dattes (ce qui nous amène à proposer l'isolement des levures spécifiques existe naturellement dans nos dattes pour la production du vinaigre).

La constitution du vinaigre de datte fabriqué par le processus traditionnel suppose prochainement la détermination des caractéristiques fermentés des différentes

souches des levures et des bactéries acétique existante dans les dattes.

Il nous a paru donc évident de faire un isolement de souches existantes dans le moût et comparer les composés produits après avoir mis ces souches isolées en fermentation sur le même moût de datte et dans les mêmes conditions physico-chimiques de culture.

Par ailleurs, les fabricants oasiens du vinaigre traditionnel peuvent aussi avoir des préoccupations de type technologique (optimisation de paramètre de la fabrication). Il peut s'agir de la rapidité de la fermentation, du degré alcoolique final, de la teneur en sucres résiduels et de la résistance aux températures élevées, qui influent sur la productivité, comme il peut s'agir de la résistance à l'éthanol qui confère la flore le pouvoir de fermenter des moûts de dattes contenant des teneurs élevées en sucres.

En effet, il nous semble que la résistance à l'éthanol et à la température constituent deux facteurs de sélection très importants pour un pays fortement ensoleillé et à climat tempéré et relativement chaud comme le Sud algérien.

3.3. Qualité finale du vinaigre biologique traditionnel.

La qualité du vinaigre est une notion affective puisque la composante hédonique est importante et que le juge est en fin de compte le consommateur.

Il faut souligner également que les critères de qualité vinaigre dépendent à la fois de la nature du produit lui-même (de ses caractéristiques propres), du type de traitement subi lors de la production ou des opérations de transformation et du moyen de fermentation et de conservation employé.

Peu d'études spécifiques sont menées sur l'emploi des traitements physiques (tel que, triage, lavage de dattes, désinfection des récipients de fermentation...etc).

Il est important de rappeler que l'ensemble de ces traitements physiques est susceptible de réduire les différents

contaminants au moment de la fermentation à titre d'exemple:

Le lavage de dattes;

Désinfection des récipients de fermentation pour réduire le potentiel de contamination devient alors de plus en plus important avec les usages répétés conjugués à une maîtrise de l'assainissement [Chatonnet et al. 1992 ; Garde Cerdan et al. 2002].

Aucun barème de Flash pasteurisation n'est à ce jour proposé spécifiquement pour l'élimination des espèces néfastes qui peuvent augmenter la dose du butanediol au cours du stockage du vinaigre obtenu après fermentation.

Ainsi utilise t'on classiquement une température de 72°C ou 76°C pendant quelques secondes.

Selon Kovacs (1971), une stérilisation d'une minute à 55°C permet d'éliminer le risque de contamination microbienne dans les bouteilles.

La filtration sur membrane inférieure à 1µm est nécessaire pour éliminer les levures présentes dans le produit fini. L'analyse bactériologique De notre produit fini fermenté (phase liquide) montre la présence (en colonies/ml) de levures, de moisissures (108) et de bactéries acétiques (3 à 8.108).

IV-Conclusion générale:

De nombreux composés organiques volatils présentent un danger pour notre santé. Produits par des procédés traditionnel ou industriels, sont présents dans les aliments et peuvent être absorbés et concentrés par les tissus de l'être humain.

La recherche de ces constituants nécessite l'utilisation de techniques de spectro-de masse.

Donc il est essentiel d'analyser et d'améliorer le procédé traditionnel d'acétification, pour assurer une maîtrise de la sécurité par l'autocontrôle de la production

traditionnelle du vinaigre et la prise en charge dès maintenant de ces procédés en préconisant une étude détaillée avec une équipe multidisciplinaire avec une enquête épidémiologique.

Dès qu'un accident survient (toxicologiques ou microbiologique), cela prend de suite des dimensions nationales voire internationales (Système HACCP Hazard Analysis Critical Control Point).

V-Références bibliographiques:

Acourene S., Tama M., "Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dates de la région de Zibans'1997. Rech Agr. INRAA Algérie. Vol 1. p 59-66.

Ahmed, I. S. A., Al-Gharibi, K., N, Daara, S. & Kabir, S. 'The composition and properties of date proteins'. 1995. Food Chemistry. Vol 53. pp 441-446.

Baangood S.M., Shamsad M.A., "Chemical Composition of Major Dates Cultivars in the United Arab Emirates".1984. J. In date palm. Vol 3. N°2. p 381-394.

Benahmed Djilali A., Benrachedi K., Benamara S., ' Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnel du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivés dans le Sud algérien' 2007. Communication nationale sur la gestion intégrée des déchets.

Benahmed Djilali A., Benrachedi K., Benamara S., Megdoud DJ., ' Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnel du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivés dans le Sud algérien' 2007. Communication internationale.

5 th International Congress on Food Technology. Consumer protection and innovation in the real world. Proceeding. Vol 2. Ed Evangelos S Lazos.

Benamara S., Chiban H., Djouab O., Noui Y., Benahmed Djilali A., ' Some technology properties of common date Phoenix dactylifera L Fruits ' 2007. Communication internationale.

5 th International Congress on Food Technology.
Consumer protection and innovation in the real world.
Proceeding. Vol 1. Ed Evangelos S Lazos

Bin-shana S., (1987). "The Chemical Composition of Various Types of Dates in The P.D.R.Y3". 1987. J. Date Palm. Vol 5. N°2. P 493-506.

Chatonnet P., Dubourdieud., Boidron J-N., 'The origin of ethylphenol in wines'. 1992. J.Sci. Food. Agri. Vol 60. pp 165-178.

Concepts et Techniques n° 242, Juillet –Août 2006.

Chimie biologique sur l'assimilation du 2,3 Butanediol et de l'acétoïne par les bactéries. Tiré du livre. Séance du 12 Juillet 1948].

Concepts et Techniques n° 242, Juillet –Août 2006.

Drouzas, A.E., Tsami, E., & Saravacos, G.D., 'Microwave/vacuum drying of model fruit gels '1999. Journal of Food Engineering. Vol 39, p117-122.

Dubois P., ' Les arômes du vin et leurs défauts- II- '. 1994. Revue Française d'œnologie. Vol 35. n° 145, pp 27-39.

Garde Cerdant T., Rodriguez Mozaz A., Ancin Azpilicueta C., 'Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak '. 2002. Food Research International. Vol 35. pp 603-610.

Harrak H., Reynes., Lebrun M., Hamouda A., et Brat P. ' Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de dattes marocaines « Symposium International sur le développement durable des systèmes oasiens ». 2005. Vol 60. N° 4. pp 267-278.

Jaddou H., Mhaisen M.T., Al-Hakim M., "Flavour volatile analysis of Zahdi dates by gas-liquid chromatography. 1984. J. Date Palm. Vol 3. N°2. P 367-379.

Journal Officiel de la République Algérienne 29-Mars. "Arrêté sur le vinaigre". 1998. Vol 18 N° 17.

Komia, M. 'Produire du vinaigre avec des fruits tropicaux: c'est simple et peu coûteux', 1996, Bulletin du réseau TPA N° 19.

Kovacs L.B., 'Microbiological Stabilization of bottled wines by heat treatment Borgazdasag', Vol 19. pp 30-36.

Mohamed A F., Cesarttin A., Anne- Mark B., Fereidoons. 'Compositional and sensory characterise of three Native Sun Dried Date (*Phoenix dactylifera* L) varieties grown in Oman' 2005. J.Agric.Food. Chem. Vol 53. pp 7586-7591.

Norme CEE-ONU-08. << Norme concerne la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des dattes entières>>.

Norme CODEX STAN 143, <<Codex Alimentarius>> 1985. Ré 1-1991.Vol 1

Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H., Siboukeur O., "Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla".2001. Rev. Energ. Ren: Production et valorisation –Biomasse. p 87-92.

Reynes, M., Bouabidi, H., Piombo, G. et Ristrucci, A. M. Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. ,1994. Fruits Vol 49. N°4.

Pp 289-298.

Reynes M., Lebrun M., Shaw P.E., "Identification of volatile date components and use for multivariate analysis to distinguish date varieties". (1996). J. Food Quality. Vol 19. P 505-514.

Youssef M.K.E., El-Geddawy M.A.H., El-Rify M.N.N., Ramadan B.R., (1992). "Study of Amino Acide-organic Acide and Free Sugar Compostion of New Valley Dates and Certain Date Produits".1992. Acta. Aliment. N° 221. P 325-335.

مساهمة الطبخ الشمسي في تأمين الغذاء الصحي بالمناطق الصحراوية المعزولة

حرميم أرزقي، بوكار مبارك و عمار أمحمد
وحدة البحث في الطاقات المتجددة بالوسط الصحراوي
ص.ب 478. طريق رقان, أدرار- الجزائر

ملخص:

تأمين الغذاء الصحي في المناطق الصحراوية النائية لا يستلزم تأمين وتوفير الأغذية القاعدية فحسب بل يتطلب توفير الموارد الطاقوية اللازمة لتحضير الوجبات الغذائية اليومية بصفة جيدة. إن المناطق الصحراوية تزخر بحقل شمسي كبير لا يتطلب إلا حسن الاستعمال في عدة تطبيقات لتلبية حاجيات المواطن. ومن بين هذه الحاجيات نجد الطاقة الضرورية لتحضير الغذاء. فباستعمال الطاقة الشمسية في تطبيق الطبخ الشمسي نقدم حلا بديلا ومكملا يساهم في تأمين الغذاء الصحي بدون إتلاف للثروة الغابية الذي يؤدي إلى التصحر وتقليص المساحات الزراعية. في هذه المقالة نقدم عرضا لتجربة الجزائر في الطبخ الشمسي حيث نبين إمكانية تطوير وترويج استعمال الطباخات الشمسية في الأوساط الشعبية ضمن سياسة طاقوية تتوافق مع مبدأ التنمية المستدامة.

مفاتيح: تأمين الغذاء الصحي, الطبخ الشمسي, دراسة تجريبية, الوسط الصحراوي.

1- المقدمة.

يعد الغذاء الصحي من الوسائل الأساسية لمكافحة الأوبئة وتحسين مستوى المعيشة في التجمعات السكانية المعزولة والمعوزة. وتأمين الغذاء الصحي في هذه المناطق لا يستلزم تأمين الأغذية القاعدية فحسب بل يتطلب توفير الموارد الطاقوية اللازمة لطبخ الأغذية بصفة جيدة. إن المواطن الذي يقطن في العديد من الواحات الصحراوية والمناطق المعزولة يعاني الكثير ويواجه عدة صعوبات لتحضير وجباته الغذائية اليومية. هذه الصعوبات ترجع إلى قلة الموارد الطاقوية وكذا صعوبة اقتناء قارورات الغاز الطبيعي فيلجأ الإنسان إلى استعمال حطب الأشجار كوقود لتحضير الغذاء.

إن اللجوء إلي استخدام الثروة الغابية كالأكاسيا والنخيل كمصدر للطاقة ساهم إلى حد كبير في القضاء على الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية مما أدى إلى تقليص المساحات المستغلة للزراعة الصحراوية لحد الكفاف فيما يخص الحبوب والعديد من الخضروات الفصلية.

و لكون هذه المناطق تحظى بإشعاع شمسي هائل طوال السنة, فإن الطاقة الشمسية تبرز كبديل ووسيلة جد مهمة لتحضير الغذاء الصحي مع المحافظة على البيئة والمساهمة في الحد من انبعاث غازات الأنباس الحراري, مشاركة بذلك في تأمين الغذاء وضمان مستقبل الإنسان على المدى البعيد.

على المستوى العالمي, لقد بذلت جهود متعددة لتطوير أجهزة الطبخ الشمسي وتحسين أدائها. وبالنظر إلى المشاكل الطاقوية والبيئية الحالية فإن تطوير ونشر الطبخ الشمسي في الجزائر صار ضرورة لا بد منها. في هذه المقالة نحاول تسليط الضوء على إمكانية الطبخ الشمسي لتحضير الطعام ومساهمته في حماية البيئة وتأمين الغذاء.

2 - تأثير الطبخ بالحطب على الزراعة الصحراوية.

إلى غاية القرن الماضي تقريبا, كانت معظم البشرية تستعمل نار الحطب كوقود لتحضير طعامها. وبعد ظهور المصادر الطاقوية الحديثة مازالت العديد من التجمعات السكانية المتواجدة في المناطق النائية تعتمد على نار الحطب لطهي الغذاء كما هو الحال في بعض الواحات الصحراوية المعزولة. وحسب تحرياتنا في الميدان, هناك عدة عائلات تقطن قصور أدرار تعتمد على نار الحطب لتحضير الوجبات الغذائية كالحبز التقليدي والشاي بالخصوص.

إن تحضير الشاي اليومي لعائلة متوسطة يستلزم استهلاك معدل 350غ من الفحم يوميا. أي 126 كغ من الفحم سنويا وهذا ما يعادل مصدر من الحطب يفوق شجرتين من الأكاسيا.

هذه الأرقام, وإن كانت واردة من مصادر تجريبية ميدانية مختلفة, تبين أن استهلاك فحم الحطب إن لم يكن بصفة عقلانية منظمة مع تجديد غرس الأشجار فإنه يؤدي إلى إتلاف الثروة الغابية مما يؤثر سلبا على النشاط الزراعي والرعي.

إن الزراعة الصحراوية تقوم على أساس توفر مناخ محلي خاص نتيجة تواجد أشجار صحراوية كالنخيل, الأكاسيا وغيرها من الأشجار المقاومة للعوامل المناخية الصعبة كالحرارة المرتفعة, الجفاف الحاد وكذا الرياح الرملية الشديدة. ومن هذا المنطلق يتوجب علينا توسيع المساحة الغابية لتأمين محصول زراعي لحد الكفاف في المناطق الصحراوية. ولكون الاستخدام الغير عقلائي لحطب الأشجار قصد تحضير الطعام يتسبب في إتلاف المساحة الغابية فإنه من الضروري إدخال وسيلة بديلة ومكاملة: إنها الطبخ الشمسي.

3 - الطبخ الشمسي في العالم.

يعد هوراس دوسوسير أبو الطبخ الشمسي العصري, [1] , فهو أول عالم أنجز مطبخ شمسي بسيط لطهي الفاكهة وكان ذلك في سنة 1767 م. في بداية القرن العشرين ظهرت عدة تصاميم لطباخات شمسية لكن سرعان ما اختفت بسبب أدائها الضعيف. إلا أنه بعد الحرب العالمية الثانية تضاعفت الاحتياجات الطاقوية العالمية فزاد الاهتمام بتطوير الطباخات الشمسية. في منتصف القرن العشرين سجلت العديد من الأعمال التجريبية الجماعية والفردية لهدف تطوير وترويج استعمال الطباخات الشمسية في العالم. وبعد تأسيس المنظمة الدولية للطاقة الشمسية نظم أول مؤتمر حول الطبخ الشمسي وكان ذلك في سنة 1973م بالصين, البلد الأول الذي أصبح يوزع الطباخات الشمسية في سنة 1981.

ثم بعد ذلك ظهرت عدة جمعيات عالمية تعمل على تطوير الطبخ الشمسي. أشهرها "الطباخات الشمسية الدولية" Solar Cookers International " في الولايات المتحدة الأمريكية.

لقد أدى هذا الاهتمام الدولي لدعم مشاريع تطوير وترويج الطبخ الشمسي إلى ظهور عدة تصاميم جديدة ومختلفة لطباخات شمسية تتميز بأداء جيد وفعالية لا يستهان بها, [2]. لقد أصبحت الآن الطباخات الشمسية منتشرة الاستعمال في العديد من دول العالم. وبعد ظهور أزمة التغيرات المناخية أصبح الاهتمام والعناية بنشر استعمال الطباخات الشمسية متزايدا لكونها تستخدم طاقة نقية تتوافق مع مبدأ التنمية المستدامة.

4 - تجربة الجزائر في الطبخ الشمسي.

إن الجزائر تحظى بحقل شمسي جد معتبر على كل مستوى القطر إلا انه تجربة استخدام الطاقة الشمسية في تطبيق الطبخ الشمسي مازالت فتية وتكاد تكون منعدمة. فبعد البحث المرجعي الوطني والدولي في مجال استعمال وتطوير الطبخ الشمسي بالجزائر لم نتحصل على أي نشاط أو تجربة ناجحة قبل سنة 2005م. لقد كانت أول تجربة ناجحة لطبخ الدجاج باستعمال مطبخ شمسي من صنع محلي في ساحة الشهداء بأدرار بتاريخ 2 أفريل 2005م. وكان ذلك في إطار عرض أول النتائج المتحصل عليها في مشروع بحث مسجل بوحدة البحث في الطاقات المتجددة بالوسط الصحراوي بأدرار. ثم تواصل العمل لتطوير نماذج أخرى لطباخات شمسية من صنع محلي تتميز بأداء أحسن. في هذه المقالة نقدم عرضا للأعمال والنتائج المتحصل عليها في إطار هذا المشروع.

4. 1 - المطبخ الشمسي علية.

انه أول نموذج صنع لهدف تجريبي بحث, يتكون أساسا من ألواح خشبية, زجاج, مرآيا مسطحة ولوحة ساخنة من معدن الحديد المغلفن مطلية بلون أسود داكن. بهذا النوع من الأجهزة نحاول رفع درجة حرارة اللوحة الساخنة

التي تحمل إناء الطبخ وذلك بتعريضها للإشعاع الشمسي. ولتحقيق ذلك نضع اللوحة الساخنة داخل علبه معزولة حراريا من الجهة الخلفية بطبقة من الصوف الزجاجية. ولتفادي الضياع الحراري إلى الوسط الخارجي وتحقيق الإنحباس الحراري يثبت على الوجه الأمامي غلاف زجاجي شفاف يتكون من صفيحتين زجاجيتين ذات 3 مم سمكا مفصولتين بفراغ قدره 4 مم. يوضع هذا الغلاف فوق جوانب المرايا الداخلية المزودة بحواف جلدية مقاومة للحرارة. وبهذه الصفة يلعب دور بوابة تسمح بالوصول إلى اللوحة الساخنة لوضع ورفع إناء الطبخ. المرايا الداخلية مثبتة على الجوانب الداخلية للعلبة وفق زوايا تسمح بعكس الإشعاع الشمسي الساقط عليها إلى اللوحة الساخنة المثبتة في وسط العلبه. وللوصول إلى درجات حرارة جد عالية، علينا بمضاعفة الإشعاع الشمسي الممتص من طرف اللوحة الساخنة وذلك باستعمال ثلاثة مرايا مسطحة ومثبتة على الجوانب العلوية للعلبة. تثبيت المرايا يكون بطريقة تسمح توجيهها عندما يكون الجهاز معرضا للإشعاع الشمسي. أما عند نهاية الاستعمال فتغلق على السطح العلوي للمطبخ, [2]. النموذج المصنوع بمواد ووسائل محلية يظهر على الصورة في الشكل 1.



الشكل 1: صورة توضح نموذج المطبخ الشمسي علبه المصنوع ب "و.ب.ط.م.و.ص" بأدرار

1.1.4- الدراسة التجريبية.

لقد تمت الدراسة التجريبية لهذا النموذج وفق فترتين: الفترة الشتوية والفترة الصيفية.

أما في الفترة الشتوية فكان الهدف منها أداء التجارب الأولية لتقييم أداء المطبخ والتحقق من فعاليته لطبخ بعض الأغذية مع تقدير المدة الزمنية للطبخ. وضع النموذج موجهاً للإشعاع الشمسي في حقل التجريب الموجود في وحدة البحث في الطاقات المتجددة بالوسط الصحراوي. خلال أيام التجربة، نقوم بقياس درجة حرارة الوسط، درجة حرارة اللوحة الساخنة والإشعاع الشمسي على السطح الأفقي.

و في الفترة الصيفية كان الهدف منها تقييم مردود المطبخ الشمسي. لهذا الغرض نقوم بقياس الإشعاع الشمسي على وجه المطبخ، درجة حرارة الماء المراد تسخينه ودرجة حرارة الوسط.

2.1.4 - النتائج المحصل عليها.

تلخص التجارب الخاصة بالفترة الشتوية كما يلي:

- التجربة 1: يوم 2004/12/26 طبخ بيضة
 التجربة 2: يوم 2004/12/28 طبخ وجبة فاصوليا يابسة: 1,5 كغ
 التجربة 3: يوم 2004/12/29 طبخ قطعة دجاج: 462 غ
 التجربة 4: يوم 2005/01/31 تحضير القهوة: 3 فناجين
 و كانت المدة الزمنية المستغرقة واللازمة للطبخ كما هي موضحة فيما

يلي:

التجربة	التجربة	التجربة	التجربة	
4	3	2	1	
10	270	60	80	المدة الزمنية بالدقيقة

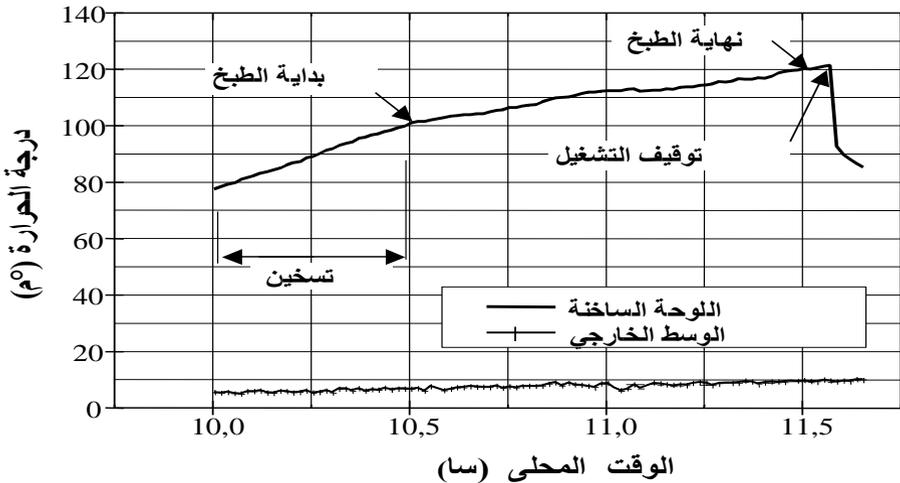
في الشكل 2 نبين تغيرات درجة حرارة اللوحة الساخنة خلال تجربة طبخ قطعة الدجاج في يوم 2 ديسمبر 2004 حيث كان الجو بارداً وكانت درجة حرارة الوسط الخارجي القصوى عند نهاية الطبخ لا تتعدى 10°م ومدة الطبخ كانت 60 دقيقة. عملية الطبخ تمت بدرجة حرارة اللوحة الساخنة تتراوح بين 100°م و 120°م مما أدى إلى ذوق رائع.

في الشكل 3 نبين تغيرات درجة حرارة اللوحة الساخنة خلال تجربة طبخ القهوة في صبيحة يوم 31 جافني 2005 حيث كانت درجة حرارة الوسط الخارجي جد منخفضة (أصغر من 5°م). علماً أنه عند شروق الشمس كانت درجة حرارة الوسط الخارجي في حدود 1°م. نلاحظ على الشكل ارتفاع درجة حرارة اللوحة الساخنة بصفة سريعة حيث انتقلت من 40°م إلى حدود 140°م في ظرف ساعتين. كل التجارب الشتوية المتعلقة بتحضير الأطعمة كالت

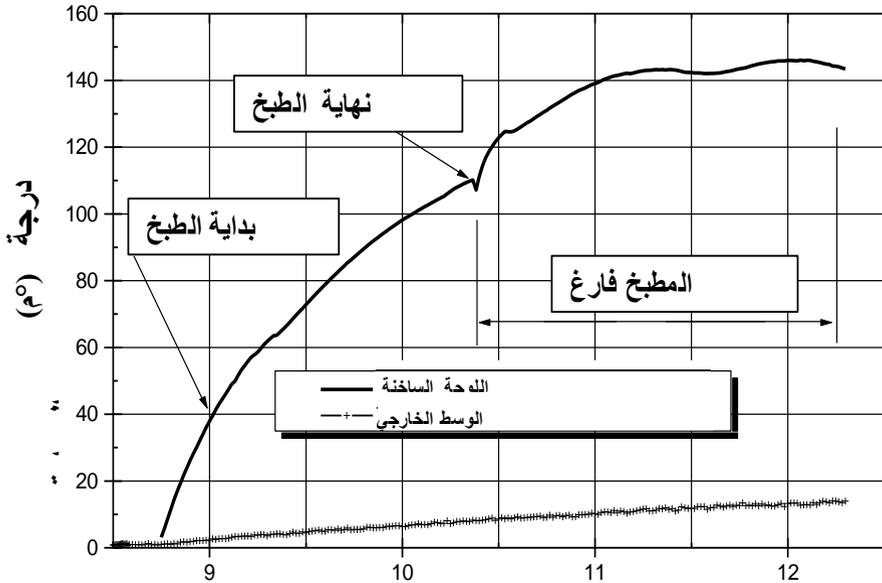
بالنجاح التام. لقد تحصلنا, في مدة زمنية معقولة, على أطباق مطهية بطريقة جيدة وصحية وفق درجات حرارة تفوق درجة حرارة البسترة حيث القضاء على جميع الجراثيم.

أما خلال الفترة الصيفية فكانت التجارب خاصة بتسخين الماء بقصد تشخيص المطبخ الشمسي لتحديد مردوده وذلك وفق شروط نظامية معينة. إن تحليل النتائج المتحصل عليها في التجارب التي قمنا بها في صائفة 2005م أدت إلى حساب مردود الجهاز. أنه يتراوح من 25% إلى 55% وفقا لتغيرات ظروف التجربة.

قصد تعيين المدة الزمنية اللازمة لتسخين الماء حتى الغليان, نقوم بتجارب تسخين كميات مختلفة من الماء. في الشكل 4 نعرض بيانات تغيرات درجة حرارة 1 لتر من الماء المراد تسخينه إلى الغليان. درجات حرارة الوسط الخارجي وكذا الإشعاع الشمسي الوارد على وجه المطبخ معروضة أيضا على البيانات. في الجدول 1 نعرض المدة الزمنية اللازمة لغلي الماء حسب الكميات المستعملة.

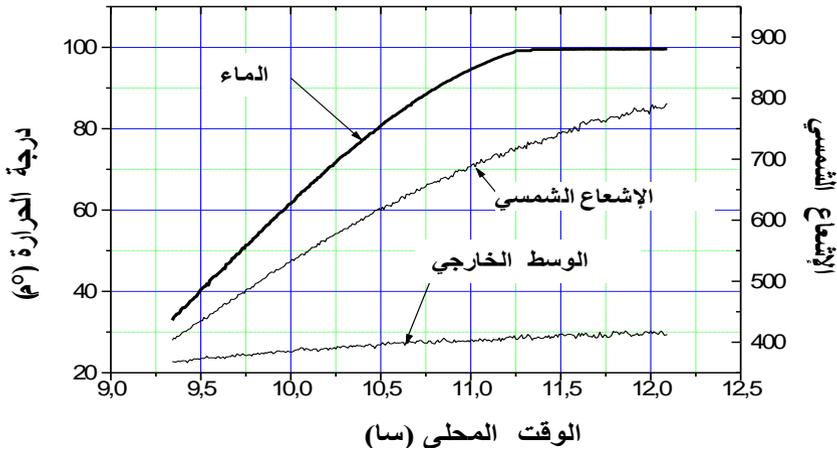


الشكل 2: درجة حرارة اللوحة الساخنة خلال تجربة طبخ قطعة الدجاج في يوم 29 ديسمبر 2004.



لوقت المحلي (سا)

الشكل 3: درجة حرارة اللوحة الساخنة خلال تجربة طبخ القهوة في يوم 31 جانفي 2005



الشكل 4: تجربة تسخين لتر من الماء إلى درجة الغليان في يوم 26 أكتوبر 2005.

كمية الماء باللتر			
2.5	1.25	1	
2006/1/15	2005/6/14	2005/10/26	التاريخ
342	119	120	المدة الزمنية بال دقيقة
13.85	36.24	26.17	درجة حرارة الوسط الخارجي

2.4 - المطبخ الشمسي المزدوج الالتقاط.

يتكون هذا الجهاز من قسمين: العلية أو المطبخ، حيث تتوفر اللوحة الساخنة التي تحمل أناء الطبخ والمرآة العاكسة للإشعاع الشمسي، شكلها قطع مكافئ مزودة بهيكل لحمل العلية كما هو موضح في الشكل 5. توجه المرآة بطريقة تجعل الإشعاع الشمسي الساقط على سطحها يتركز على المساحة التي توضع عليها العلية. هذه الوضعية تسمح بازواجية الالتقاط للوحة الساخنة، تكون جهتها العلوية معرضة للإشعاع الشمسي المباشر و جهتها السفلية معرضة للإشعاع الشمسي الوارد عن طريق المرآة الموضوعه أسفل العلية، [3] و [4].

المرآة ذات شكل قطع مكافئ، متكونة من عدة قطع مستطيبة من المرايا المسطحة مثبتة على هيكل من الخشب مفصل وفق شكل هندسي خاص لقطع مكافئ ذو مسافة بؤرية قدرها 300 مم. بهدف التقليل من الضياع الحراري إلى الوسط الخارجي، لقد صممت العلية بعناية تامة. تتكون جدرانها الشفافة والملتقطة للإشعاع الشمسي من صفحتين زجاجيتين ذات 4 مم سمكا مفصولتين بفراغ قدره 5 مم. أما الجوانب والباب الخلفي فتتكون من ألواح خشبية يبلغ سمكها 25 مم ولتحقيق الكتامة الحرارية تزود الباب بفاصل جلدي مقاوم للحرارة العالية. تم تحديد أبعاد العلية بطريقة تسمح الاستفاداة من لوحة ساخنة مصنوعة من المعدن المغلفن عرضها 22 سم، طولها 39 سم وسمكها 1,5 مم. ولمضاعفة الإشعاع الشمسي الساقط على اللوحة الساخنة تثبت، على الجهة العلوية للعلبة 3 مرايا مسطحة تسمح بعكس الإشعاع الشمسي نحو اللوحة الساخنة عندما يكون الجهاز موجه إلى الشمس، [5] ، كما هو موضح في الشكل 5.



الشكل 5: صورة نموذج المطبخ الشمسي المزدوج الالتقاط المصنوع ب "و.ب.ط.م.و.ص" بأدرار.

1.2.4 - الدراسة التجريبية.

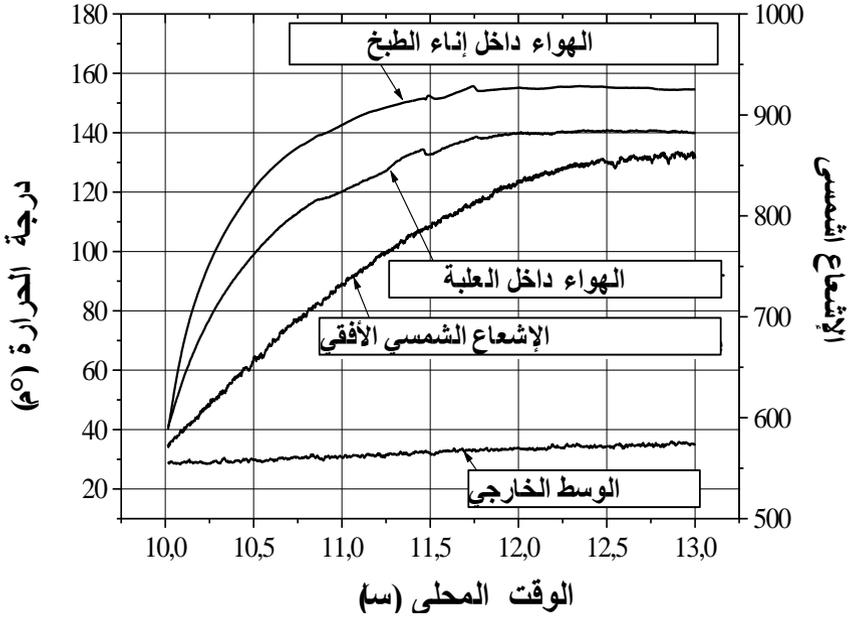
لقد تمت الدراسة التجريبية تحت الإشعاع الشمسي الطبيعي في أدرار. خلال كل تجربة نقوم بقياس درجة حرارة الوسط الخارجي، درجة حرارة اللوحة الساخنة، درجة حرارة الهواء داخل علبة المطبخ، درجة حرارة الهواء داخل إناء الطبخ وكذلك الإشعاع الشمسي الساقط على المستوى الأفقي. تصنف التجارب وفق مجموعتين. في المجموعة الأولى يكون المطبخ الشمسي فارغ، فإما أن يكون إناء الطبخ فارغاً أو غير موجود تماماً. وفي المجموعة الثانية تكون التجارب خاصة بإعداد بعض الأطباق التي تتطلب درجات حرارة جد عالية وكذا تجارب تسخين الماء إلى الغليان.

2.2.4- النتائج المتحصل عليها.

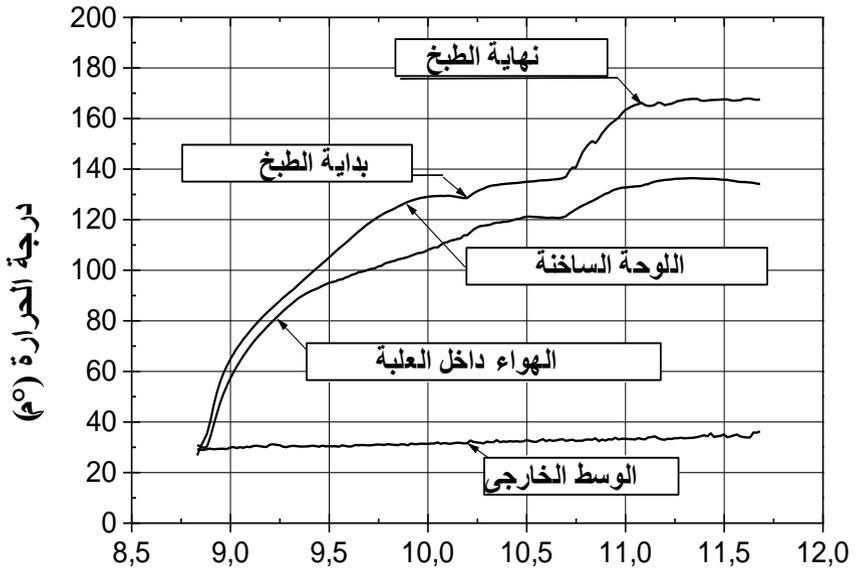
في الشكل رقم 6 تعرض البيانات الخاصة بتغيرات درجة حرارة الهواء الموجود داخل علبة المطبخ ودرجة حرارة الهواء الموجود داخل إناء الطبخ الفارغ خلال تجربة 15 أكتوبر 2005. درجة حرارة الوسط الخارجي وكذا الإشعاع الشمسي على المستوى الأفقي معروضة أيضا في هذا الشكل. نلاحظ أن درجة حرارة الهواء الموجود داخل العلبة قد تجاوزت 120°م في أقل من ساعة ودرجة حرارة الهواء الموجود داخل إناء الطبخ قد تجاوزت 120°م في أقل من نصف ساعة. فيما يخص تجارب تحضير الأطباق فقد قمنا بالعديد منها حيث كانت النتائج جد مرضية و الأطباق متميزة بذوق خاص ورفيع لكون درجة حرارة الطبخ معتدلة وتسمح بالحفاظ على جميع الفيتامينات ومركبات الغذاء. كما لاحظنا أن هذا النوع من الأجهزة المزدوجة

الالتقاط تسمح بالوصول إلى درجة الحرارة المناسبة لطهي العجائن كالخبز والحلويات وكذا قلي البطاطس وغيرها.

وعلى سبيل المثال نعرض في الشكل رقم 7 نتائج تجربة طهي كعكة كان وزنها 450غ وهي طازجة. وكانت النتيجة النهائية رائعة مقارنة بالوقت المستغرق الذي لم يكن طويل كما هو موضح في الشكل رقم 7. التجارب الخاصة بتسخين الماء إلى درجة الغليان تمت بقياس درجة حرارة الماء الموجود داخل إناء الطبخ. في الشكل رقم 8 نعرض النتائج المتحصل عليها عند تسخين 1 لتر من الماء في يوم 17 جويلية 2006.

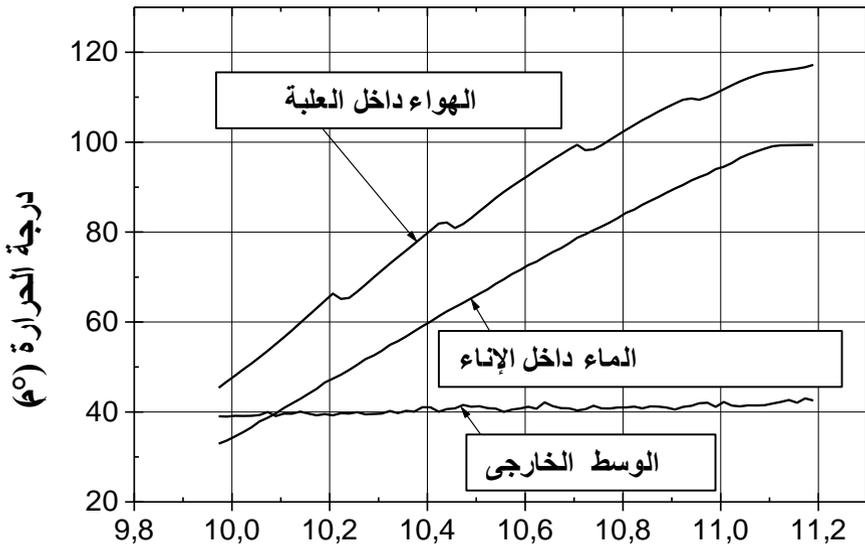


شكل 6: تغيرات درجات حرارة المطبخ الشمسي المزدوج الالتقاط خلال تجربة يوم 15 أكتوبر 2005 بدون حمولة



الوقت المحلي (سا)

الشكل 7: درجة حرارة اللوحة الساخنة للمطبخ المزدوج الانتقاط خلال تجربة يوم 4 جوان 2006 (طبخ كعكة).



الوقت المحلي (سا)

الشكل 8: تغيرات درجة حرارة 1 لتر من الماء خلال تجربة تسخينه إلى الغليان في يوم 17 جويلية 2006.

5- الخلاصة.

في هذه المقالة قدمنا النتائج المتحصل عليها أثر الدراسة التجريبية الميدانية لنموذجين من الطباخات الشمسية. الأول من النوع علبة والثاني مزدوج الالتقاط. لقد قمنا بصنع النموذجين بمواد ووسائل محلية لا تتطلب تقنية عالية. كل التجارب بينت إمكانية استعمال هذه الأجهزة لتحضير الغذاء الصحي وبرهنت أدائهم الجيد في الوسط الصحراوي. لقد تمكنا باستعمال الطاقة الشمسية النظيفة وبطريقة بسيطة من تحضير معظم الأطباق والأطعمة من خضروات, عجائن وسوائل.

إن الطبخ الشمسي يمكن إن يكون جد مفيد للتجمعات السكانية في المناطق المعزولة حيث يساهم في تأمين الغذاء الصحي بدون مخلفات سلبية على البيئة وبدون رهن مستقبل الإنسان علي وجه المعمورة.

6 – المراجع.

- 1- Barbara Knudson “State of the art of solar cooking: A global survey”. <http://www.she-inc.org/sam.pdf>.
- 2- N. M. Nahar, “Design, development and testing of a double reflector hot box solar cooker with a transparent insulation material, ” Renewable Energy 23, 2001, 167-179.
- 3- A. Harmim, M. Boukar et M. Amar, “ Etude expérimentale d’un cuiseur solaire boîte à trois réflecteurs plans et une surface d’ouverture inclinée, ” Revue des Energies Renouvelables Vol 10 N°1, 2007.
- 4- A. Harmim, M. Boukar et M. Amar, “Construction et expérimentation d’un cuiseur solaire à double exposition en milieu saharien, ” SIPE’8, Centre Universitaire de Béchar, Algérie. 11 et 12 novembre 2006.
- 5- A. Harmim, M. Boukar et M. Amar, “Contribution à l’amélioration des performances d’un cuiseur solaire à double exposition, ” CNESOL’06 du 29 au 30 novembre 2006. Université de Béjaia , Algérie.
- 6- A. Harmim, M. Boukar et M. Amar , “ Augmentation du gain énergétique d’un cuiseur solaire à

double exposition,” Colloque International sur les Energies
Renouvelables, Oujda 4 et 5 mai 2007.

Le problème acridiens (ORTHOPTERA, CAELIFERA dans l'Est Algérien) inventaire, bioécologie et régime alimentaire

بن كنانة نعيمة * حراث عبود*
* مخبر علم التصنيف الحيوي
والبيئي لمفصليات الأرجل
جامعة قسنطينة

*: Laboratoire de bio systématique et écologie des Arthropodes.
Université Mentouri Constantine

Résumé

La sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures.

Ces dernières font l'objet d'attaques endémiques par les acridiens. L'Algérie, par sa situation géographique et l'étendue de son territoire occupe une place prépondérante dans l'aire d'habitat des Acridiens. On y trouve plusieurs espèces grégariaptés et beaucoup d'autre non grégariaptés ou Sauteriaux, qui provoquent des dégâts parfois très importants sur les différentes cultures. L'inventaire de la faune acridienne dans l'Est algérien (Skikda, Constantine, Oum_El-Bouaghi Batna et Biskra) totalise la présence de plus de 40 espèces acridiennes, sont réparties dans quatre familles: Acrididae, Pyrgomorphidae, Pamphagidae et Acrydiidae. Dont la famille des Acrididae est la mieux représentée, tant en nombre d'espèces qu'en nombre d'individus. Des indices écologiques sont traités.

Le spectre alimentaire de *Calliptamus barbarus* est composé essentiellement des plantes de la famille Graminées, il s'agit de: *Hordeum* sp et *Triticum aestivum*, les Chenopodiacées et les Poacées occupent une faible part dans le régime alimentaire de cette espèce. *Phragmites* sp (Poacées) est le plus consommée par l'espèce

acridienne *Ocheniridia geniculata* avec une fréquence d'occurrence de 93.75 %.

Mots clés: La sécurité alimentaire, L'inventaire, Acrididae, Pamphagidae,
Le spectre alimentaire.

الملخص

يعتبر الجراد قديم العداوة لإنسان فطالما هدد اقتصاديته ونزع القوت من فمه واتى على كل ما انفق من جد وكد في الزراعة وانتشرت بسببه المجاعات في أرجاء كثيرة من العالم حيث استشهد القران الكريم في قوله تعالى " خشعا إبصارهم يخرجون من الأجداث كأنه جراد منتشر ". (الآية 06 من سورة القمر).

ونتيجة الأضرار الكبيرة للمحاصيل الزراعية جراء غارات الجراد الضار مثل الجراد الصحراوي والرحال *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) وهو أهم نوع بالنسبة للجزائر والعالم والجراد المهاجر *migratoria* (Linné, 1758) *Locusta* والجراد المراكشي *Docostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) الذي يظهر في شمال أفريقيا وأوروبا وبعض أقاليم الشرق الأوسط حيث من الصعب التصدي لهذه الأنواع عندما تشتد.

هذا وقد ظهرت أنواع أخرى من النطاط لها القدرة على التفشي وإحداث أضرار جسيمة بالغة بالزراعة في حالة توفر الضرر والبيئية والمناخية المناسبة لتكاثرها وتطويرها بعدما كانت أضرارها مهملة.

فان الدراسات التي أجريت لحد الآن لم تحضي بما فيه الكفاية في الجزائر وتبقى قائمة أنواع الجراد المتواجدة في بلادنا مفتوحة غير مكتملة تحتاج إلى دراسات كثيرة ومتنوعة لكل مناطق الوطن. تتم على مستوى مخبر التصنيف الحيوي والبيئي لمفصليات الأرجل بجامعة قسنطينة دراسات تصنيفية وجرى لأنواع الجراد والنطاط حيث تمت تغطية مناطق من الشرق الجزائري والدراسات لازالت مستمرة وهذا بهدف وضع قائمة لأنواع الموجودة بالشرق الجزائري.

بيونكولوجيا الجراد في 5 مناطق بالشرق الجزائري)سكيكدة قسنطينة ام البواقي باتنة وبسكرة) مكننا من تقييم أكثر من 40 نوع تتوزع على أربع عائلات وهي *Pyrgomorphidae*, *Acrididae*, *Pamphagidae*,

وAcrydiidae وتعتبر عائلة Acrididae الأكثر تمثيلا من حيث الأنواع والأفراد.

دراسة الميول الغذائية لنوعين من الجراد:

Calliptamus barbarus barbarus (COSTA, 1836)

و*Ochrilidia geniculata* (I.BOLIVAR, 1918) مكننا من ملاحظة الميول الغذائي لكل نوع حيث أن النوع الأول يفضل نضام غذائي أساسي من الحبوب أما النوع الثاني فهو يفضل أوراق القصب حيث يمكن لهذا النوع إلحاق خسائر معتبرة بهذا النبات المستعمل في صناعات عديدة.

من خلال الدراسات المعمقة للأنواع الضارة بالمزروعات يمكن تطوير طرق ووسائل المكافحة الناجعة وبأقل التكاليف من أجل التقليل أو الحد من الخسائر. وهذا بهدف تحقيق اكتفاء غذائي وبالتالي ضمان الأمن الغذائي. الكلمات المفتاحية: بيوتكولوجيا, الجراد, الميول الغذائي, الحبوب, القصب.

1-Introduction

La sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures. Ces dernières font l'objet d'attaques endémiques par les acridiens, en l'occurrence les sauteriaux et les locustes. Chaque année les acridiens et sautereau causes des dégâts importants aux cultures (Doumandji-mitich et al 1993). En effet des millions de personnes sont mortes de faim a cause de ces insectes, beaucoup d'autres ont souffert de la famine, des régions entières ont due être désertes (Appert et Deuse 1982), les criquets sont sans doute les plus redoutables ennemies de l'homme depuis l'apparition de l'agriculture.

Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux que celui des acridiens qui de temps aient été associe à l'homme et à l'imagination de l'événement catastrophique destructeur fatalement inévitable (Kara 1997).

L'Algérie, par sa situation géographique et l'étendue de son territoire occupe une place prépondérante dans l'aire d'habitat de ces Acridiens. Bien qu'en générale seule quelques espèces grégariaptés soient considérées comme d'importants ravageurs. D'autres espèces non grégariaptés soient peuvent devenir très nuisibles lorsque les conditions climatiques favorisent leur multiplication. Aussi convient-il d'avoir une connaissance très complète de toutes les espèces acridiennes dont l'aire d'habitat.

La surveillance et la maîtrise du problème acridien supposent une connaissance approfondie de la biologie et de l'écologie de ces insectes, celles-ci permettes de découvrir la phase la plus vulnérable des insectes a combattre de façon a entreprendre une lutte économique (Ould elhadj 1992), sur la base des ces données témoignant du danger que présentes ces acridiens, plusieurs travaux ont étai réalisés dans le monde et en Algérie, mais très peu d'études ont étai faites dans l'Est de l'Algérie.

2-Matériel et méthodes:

2.1. Cadre géographique

L'étude est effectuée dans 4 localités de référence de l'atlas tellien et 1 de l'atlas saharien de la partie Nord-Est de l'Algérie (fig. 1). Les localités prospectées sont situées dans trois étages climatiques: subhumide où les hivers sont doux avec des températures qui avoisinent les 7°C pour le mois le plus froid (janvier) et une humidité relative (HR) de 76%, et les étés chauds ($T \approx 31^\circ\text{C}$ pour le mois le plus chaud août et une $HR \approx 70\%$). La zone semi aride est caractérisée par des hivers frais ($T^\circ \approx 5^\circ\text{C}$ en janvier avec $HR \approx 70\%$) et des étés chauds avec une température du mois le plus chaud (juillet). Enfin, dans la zone aride du nord saharien les hivers et étés sont chauds ($T^\circ \approx 34^\circ\text{C}$, $HR \approx 25\%$). (Louadi. K, 2007).

2-2. Echantillonnage

Le matériel de capture et d'échantillonnage que nous avons utilisé sur le terrain se compose d'un filet fauchoir qui permet de récolter les acridiens, une ficelle de 10 mètre de long muni de 4 bâtons en bois pour délimiter les quadrants. Des flacons en plastiques sont utilisés pour stoker les différentes espèces d'Orthoptères durant la prospection, un sécateur pour les prélèvements floristiques et des sachets en plastique portant la date et le lieu de capture. Un carnet de notes pour mentionner toutes les observations et les informations concernant les acridiens dans leur environnement.

L'objet de l'échantillonnage est d'obtenir une image instantanée de la structure de la population acridiennes (LECOQ, 1978, VOISIN, 1986). Diverses méthodes de captures peuvent être utilisées pour récolter les acridiens en fonction de leurs habitats. Nous citerons DREUX (1962,1972), LECOQ (1978), VOISIN (1979, 1980, 1986) et LEGALL (1989). Au cours de notre travail, nous avons

utilisé la méthode des quadrats qui consiste en un comptage précis du nombre d'individus d'acridiens présents sur une surface bien déterminée.

2-2. Identification des espèces acridiennes:

Nous avons utilisé pour la détermination et la conservation des orthoptères le matériel suivant: une pince, un étaloir, des épingles entomologiques pour étaler et fixer les individus et une boîte de collection pour ranger les insectes. Pour assurer une meilleure conservation nous avons mis de la naphthaline à l'intérieur des boîtes. La loupe binoculaire est utilisée pour l'observation des critères morphologiques.

La détermination systématique des espèces d'orthoptères est effectuée à l'aide de plusieurs clefs de déterminations: CHOPARD (1943), JAGO (1963), LAUNOIS (1978), VOISIN (1979) et IHSAN (1988). Pour la détermination des espèces végétales, nous avons utilisé la clef de détermination établie par QUEZEL (1962) et CORATINI (1984). La détermination de quelques espèces végétales est faite à l'institut National de formation supérieure de l'agronomie saharienne d'Ouargla.

2-3 Etude du régime alimentaire

Pour l'étude du régime alimentaire nous avons utilisé des boîtes de pétri en plastique et en verre, des pinces fines pour détacher délicatement les épidermes des plantes. Nous avons également utilisé l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) pour éclaircir les cellules ou bien pour la décoloration. L'alcool (éthanol) à concentration progressive (75°-80°-96°) pour assurer une bonne déshydratation. Le montage est fait entre lame et lamelle avec liquide de Faure. La plaque chauffante est utilisée pour éliminer les bulles d'air. L'observation se fait grâce à une

loupe binoculaire et un microscope photonique. Des étiquettes sur lesquelles sont mentionnés la date, la station et le nom de l'espèce végétale.

L'étude du régime alimentaire des acridiens dans la nature est facilitée par la détermination des fragments d'épidermes végétaux contenus dans les fèces. Ces derniers sont comparés à une épidermothèque de référence.

L'étude du régime alimentaire se résume en trois techniques, la préparation de l'épidermothèque de référence, le prélèvement des fèces et enfin l'analyse des fèces recueillis. (Figure 2).

4-RESULTATS

4-1.Inventaire

L'inventaire de la faune acridienne dans l'Est algérien (Skikda, Constantine, Oum_El-Bouaghi Batna et Biskra) totalise la présence de plus de 40 espèces acridiennes, sont réparties dans quatre familles: Acrididae, Pyrgomorphidae, Pamphagidea et Acrydiidae. Dont la famille des Acrididae est la mieux représentée, tant en nombre d'espèces qu'en nombre d'individus dans les différentes régions . Nous avons recensé 13 sous-familles, la sous-famille Oedipodinae est la plus fréquente.

La liste des espèces est représentée dans le tableau (1).

Tableau (1): Classification et inventaire des Caelifères capturés dans l'Est algérien.

Famille	Sous-Famille	Espèces
Pamphagidae	Pamphaginae	<i>Pamphagus elephas</i> (Linné, 1758)
		<i>Ocneridia volxemii</i> (I.Bolivar, 1878)
		<i>Pamphagus marmoratus</i> (Burmeister, 1838)
		<i>Pamphagus longicornis</i> (Bolivar, 1878)
		<i>Pamphagus sp</i>
	Akicerinae	<i>Thmetis cisti</i> (Fabricius, 1787)
Acrydiidae	Acrydinae	<i>Paratettix meridionalis</i> (Rambur, 1839)
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Pyrgomorpha cognata minima</i> (Uvarov 1943)
Acrididae	Dericorythinae	<i>Dericrys millieri</i> (Finot et Bommet 1884)
	Calliptaminae	<i>Calliptamus barbarus barbarus</i> (Costa 1836)
		<i>Calliptamus wanttenwylanus</i> (Pantel 1896)
		<i>Calliptamus sp</i>
	Eyprepocnemidinae	<i>Eyprepocnemis plorans</i> (Charpentier, 1825)
		<i>Heteracris adpersus</i> (Redtenbacher 1889)
		<i>Heteracris harterti</i> (I. Bolivar, 1913)
	Catantopinae	<i>Pezotettix giornai</i> (Rossi, 1794)
	Cyrtacanthacridinae	<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)
		<i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk., 1758)
	Gomphocerinae	<i>Dociostaurus jago jagoi</i> (Soltani, 1983)
		<i>Euchorthippus albolineatus</i>
		<i>albolineatus</i> (Lucas, 1849)
		<i>Ochrilidia geniculata</i> (I. Bolivar, 1913)
		<i>Ochrilidia gracilis gracilis</i> (Kraus, 1902)
		<i>Omocestus ventralis</i> (Zetterstedt, 1821)
		<i>Omocestus sp</i>
	Acridinae	<i>Aiolopus thalassinus thalassinus</i>
		(Fabricius, 1758)
		<i>Aiolopus strepens</i> (Latereille, 1804)
		<i>Duroniella lucasii</i> (I. Bolivar, 1881)
	Oedipodinae	<i>Locusta migratoria</i> (Linné, 1758)
		<i>Oedipoda fuscocincta fuscocincta</i> (Lucas, 1849)
		<i>Oedipoda miniata miniata</i> (Pallas, 1771)
		<i>Oedipoda caerulescens sulfurecens</i>
		(Saussur, 1884)
		<i>Oedaleus decorus</i> (Germar, 1826)
		<i>Sphingonotus caerulans</i> (Linné, 1767)
		<i>Sphingonotus rubescens</i> (Walker, 1870)
		<i>Sphingonotus vosseleti</i> (Krauss, 1902)
		<i>Sphingonotus azurecens</i> (Rambur, 1838)
		<i>Thalpomena algeriana algeriana</i> (Lucas, 1849)
		<i>Helioscirtus sp</i>
<i>Acrotylus patruelis patruelis</i> (Herrich-schaeffer, 1884)		
Truxalinae	<i>Truxalis nasuta</i> (Linné, 1758)	

Figure(3);Pourcentages des différentes familles des Acridiens recensées

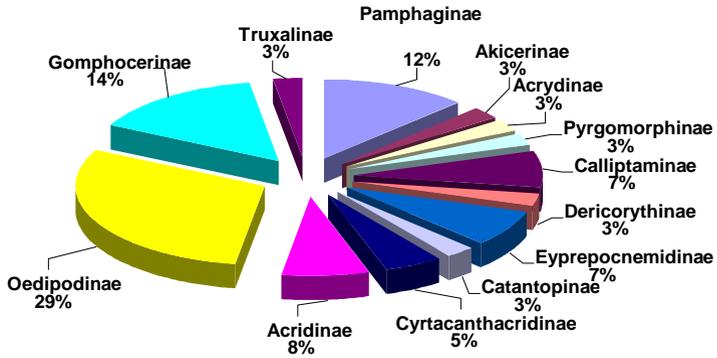
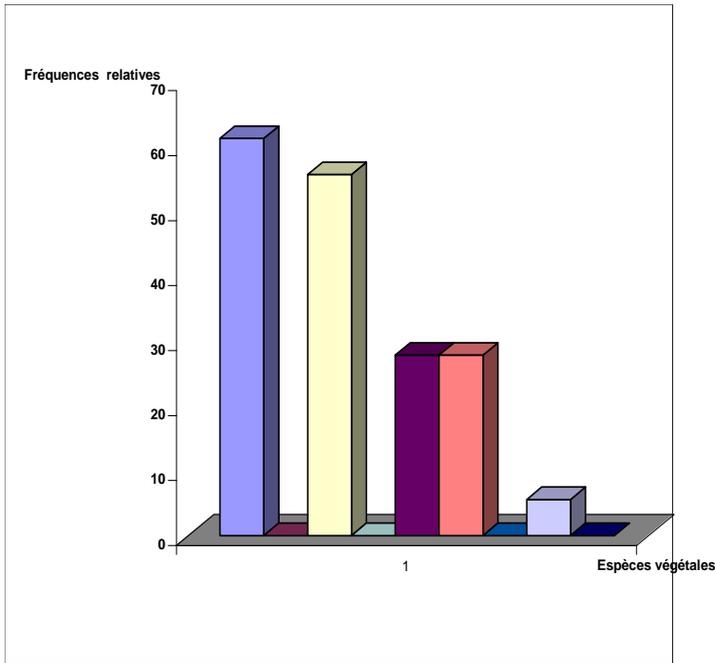


Figure (4):Pourcentages des différentes sous-familles des Acridien recensées dans l’Est algérien.

4-2. Résultats concernant le régime alimentaire:

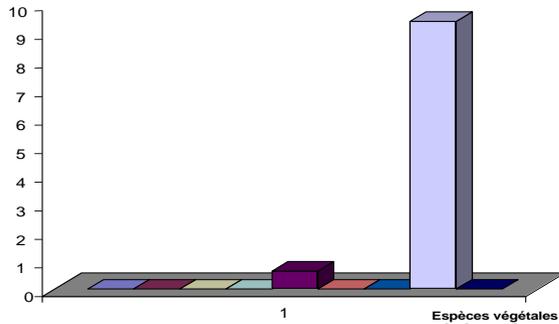
Le spectre alimentaire de *Calliptamus barbarus barbarus* est composé essentiellement des plantes de la famille Graminées il s’agit de: *Hordeum sp* et *Triticum aestivum*. Les Chenopodiacées et les Poacées occupent une faible part dans le régime alimentaire de cette espèce. *Phragmites sp* (Poacées) est la plus consommée par l’espèce acridienne *Ochrilidia geniculata* avec une fréquence d’occurrence de 93,5 %.



- - Hordeum Sp (L'orge)
- - Marrubium vulgare
- - Juncus biglumis
- - Hordeum murinum
- - Suaeda fruticosa
- - Phragmites australis (roseau)
- - Triticum aestivum (blé)
- - Halocnemum strobilaceum
- - Astragalus armatus

Figure (5) ; Les fréquences d'occurrence des espèces végétales dans les fèces de *Calliptamus barbarus barbarus*

Fréquences relatives



- - Hordeum Sp (L'orge)
- - Marrubium vulgare
- - Juncus biglumis
- - Hordeum murinum
- - Suaeda fruticosa
- - Phragmites australis (Roseau)
- - Triticum aestivum (blé)
- - Halocnemum strobilaceum
- - Astragalus armatus

Figure (6) ; Les fréquences d'occurrence des espèces végétales dans les fèces D' *Ochridia geniculata*

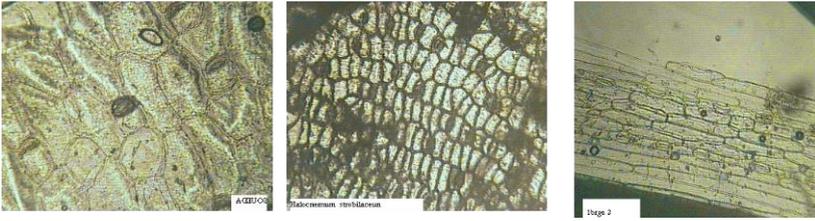


Figure (6) ; Photographiques des épidermes des plantes consommés

Conclusion et perspectives:

L'inventaire des acridiens dans l'Est algérien totalise la présence de plus de 40 espèces Acridiennes appartient au sous- ordre des Caelifères. Elles sont réparties en quatre familles (Pamphagidae, Pyrgomorphidae, Acrydiidae et Acrididae) et 13 sous-familles. La sous-famille Oedipodinae est la mieux représentée.

Les Graminées sont les plus consommées par l'espèce *Calliptamus barbarus barbarus*. Cette espèce montre une préférence marquée pour les Graminées, elle est considérée comme une espèce graminivore.

L'espèce végétale *Phragmites* sp de la famille Poacées est propre au régime alimentaire d'*Ochrilidia geniculata*. Cette dernière est considérée comme une espèce phytophage.

A travers ce travail, nous avons contribués à identifier les espèces d'Acridiennes dans l'Est algérien. Nous envisageons de faire des études très approfondies sur les espèces acridiennes qui peuvent accéder ou statut de ravageurs des cultures ; à savoir la systématique, la bioécologique, le régime alimentaire, et de préconiser les méthodes de lutte.

Références bibliographiques

1- ANONYME, 2004 Atlas (IV) des zones humides Algériennes d'importance internationale. Ministère de

l'Agriculture et du développement rural, direction générale des forêts: p 53- 57.

1- APPERT J. Et DEUSE J, 1982 Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et La rose, Paris, 420 P

3- BENHALIMA, 1983. Etude expérimentale de la niche trophique de *Dosiostaurus maroccanus* (Thunberg , 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Doc. Ing, Paris, 178 P

4- BENHALIMA, GILLON.Y et LOUVEAUX ,1984 utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus*(thunberg,1815) (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur nutritives. Acta. Oecol. Gent. Vol.5 (4): 383-406.

5- BUTET. A, 1985. Méthodes d'étude du régime alimentaire du rongeur polyphage (*Apodemus sylvaticus*) (L.1758). Mammalia, T,49, n°4 PP 455-483

6- CARATINI. R , 1984 , Les plantes. Ed. Bordas, Paris, 194 P.

7- CHARA.B, 1987. Etude comparée de la biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orthoptèra, Acrididae). Thèse Doc. Ing.Uni. Aix, Marseille, 190 P.

8- CHOPARD. L, 1943. Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Ed. Librairie La rose. Coll: (Faune de l'empire française) , Paris , 405 P.

9- DIRSH V. M, 1965. The African genera of Acrididea. Anti- locust research center, Combridge Univ. Press , 579 P.

10- DOUMANDJI. S, DOUMANDJI – MITTICHE. B, 1994. Criquets et sauterelles(Acridologie), Ed. OPU. (Office de publications universitaire), 99 P.

11- DURANTON J. F, LAUNOIS – LUONG. M. H et LECOQ. M , 1982 a. Manuel de prospection acridienne en zone Tropicale sèche. Ed. G. E.R.D.A. T. Paris, T. 1. , P695.

12- DURANTON J. F, LAUNOIS – LUONG. M. H et LECOQ. M , 1982 b. Manuel de prospection acridienne en zone Tropicale sèche. Ed. G. E.R.D.A. T. Paris, T. 2., 707-1495 P.

13- DURANTON J. F, LAUNOIS – LUONG. M. H et LECOQ. M , 1987 Guide anti-acridien du Sahel. Ed. Cirad. Prifas. 345 P.

14- IHSAN.S , 1988. Systématique des acridiens du proche orient. Aspect physiologiques et ultrastructuraux d'une embryogenèse avec des diapause chez *Locusta migratoria* (Linné , 1758). Thèse Doc. Univ. P.M. Curie , France , 208 P.

62- ILLIASSOU. A 1994 Bioécologie des sauterelles et des sauteriaux de quatre stations dans la cuvette de Ouargla. Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Formation sup. Agro. Sah, Ouargla, 68 P.

15- JAGO.N , 1963. A revision of the genus *Cliptamus* (Orthoptera , Acrididae). Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist) , Entomology , 3 n° 9 , 289 – 350 P

16- LAUNOIS. LUNG.M, 1976a. Méthodes d'études dans la nature du régime alimentaire du criquet migrateur *Locusta migratoria*. Ann. Zoo.Ecol. an.Vol8 (1): 25-32.

17- LAUNOIS.M, 1978. Manuel pratique d'identification des principaux acridiens du Sahel Ministère de la coopération et G.E. R. D. A. T , Paris , 303 P.

18- LAUNOIS.M,1988. Manuel pratique d'identification des principaux acridiens du Sahel Ministère de la coopération et G.E. R. D. A. T , Paris , 300 P.

19- LAUNOIS.M , LAUNOIS LUNG.M et LECOQ.M, 1996 Sécheresse et survie des sauteriaux du Sahel Ouest africain. Cahiers Sécheresse, Vol.7(2), P119- 127.

20- LEGALL.P, 1989. Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptera). Bull. écol , T. 20 , 245- 261 P.

21- LOUVEUX et BENHALIMA, 1986. Catalogue des Orthoptères Acridoidae d'Afrique du Nord –Ouest. Bull. Soc. Ent. France , 91 P.

22 – QUEZEL.P et SANTA.S, 1962 a Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Gent. Nat. rech. Sci. , T. 1. ; Paris. , 556 P.

23- QUEZEL.P et SANTA.S, 1962 b a Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Gent. Nat. rech. Sci. , T. 2 , Paris , 541 P.

24 – UVAROV. B, 1966. Grasshoppers and locusts. Ed. Cambrige Univ Press , T. 1 , 481 P.

25- VOISIN J.F, 1980 Réflexion à propos d'une méthodes simple d'échantillonnage des peuplement d'Orthoptères en milieu ouvert. Acrida, T , 9, n° 3-4: 159-170.

98- VOISIN J.F, 1986 Une méthode simple pour caractériser l'abondance des Orthoptères en milieux ouvert. L'entomologiste, n° 42: 113-119.

HAPLOMETHODES (CMI), BLE ET SECURITE ALIMENTAIRE

**Zelikha LABBANI^{1*} Jacques DE BUYSER² et
Emmanuel PICARD²**

**¹Département de Biologie végétale, Faculté des
Sciences de
la Nature et de la Vie, Université Mentouri
Constantine. Route Ain El Bey 25000 Constantine, Algérie.**

**²Laboratoire MVEH, Bâtiment 360, Université de
Paris Sud XI, 91405 Orsay Cedex, France.**

Résumé

Depuis l'indépendance (en 1962), les différentes politiques et interventions de l'Etat dans le secteur agricole avaient pour but d'améliorer le niveau de la production agricole et en particulier celle du blé dur pour y arriver à une autosuffisance alimentaire. De nos jours, la production de blé dur ne couvre que 40% des besoins. L'objectif est donc de combler un déficit de 60% de la consommation nationale. La faiblesse de la production de blé dur en Algérie découle en majeure partie des faibles rendements (14 quintaux à l'hectare). Il est donc impératif d'accroître les rendements à l'hectare, c'est pourquoi il apparaît plus judicieux de développer de nouvelles variétés au meilleur rendement. Cet objectif ne sera concrétisé que si les orientations actuelles en matière de création et de sélection variétale changent, et si les méthodes d'obtention de nouvelles variétés sont bien maîtrisées et menées dans le cadre d'une stratégie répondant aux préoccupations et aux besoins d'une sécurité alimentaire. Les méthodes d'améliorations variétales classiques sont relativement longues. La culture in vitro par la méthode d'haplodiploïdisation permet de contourner ces difficultés. Elle permet une fixation rapide du matériel génétique recherché par le sélectionneur. Les méthodes de sélection

classiques peuvent désormais être complétées par un certain nombre de nouvelles techniques puissantes, l'intégration des diverses solutions biotechnologiques dans les programmes d'amélioration n'est plus à justifier. Ces nouveaux outils offrent de nouvelles opportunités pour résoudre les problèmes agricoles là où les techniques traditionnelles ont échoué. Plus particulièrement, la maîtrise des méthodes conduisant à l'obtention des plantes haploïdes doublées chez le blé dur (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf) Husn.) est un objectif d'une importance capitale pour l'Etat algérien en vue de l'amélioration variétale de cette espèce.

Nous apportons dans ce travail notre contribution à l'optimisation de l'une des méthodes de production d'haploïdes *in vitro*, la méthode de culture *in vitro* de microspores isolées (CMI) chez le blé dur. Le cœur de notre travail est de faire connaître les résultats obtenus chez le blé dur grâce à une des méthodes d'obtention des haploïdes doublés, la CMI. Chez cette céréale, la première difficulté est d'obtenir ces plantes car le phénomène est rare. Des études menées au laboratoire de Morphogenèse Végétale Expérimentale Haploïde (MVEH), Orsay, France ont abouti à la mise au point de méthodes de cultures de microspores isolées assurant une production élevée d'embryons et un taux significatif de régénération à partir de ces embryons. Nous avons utilisé la variabilité génétique de l'espèce en ce qui concerne le comportement de ses microspores *in vitro* et leurs aptitude à donner des plantes «haploïdes».

Mots clés: CMI, *Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husn., Sécurité alimentaire, Prétraitements, Induction androgénétique, Régénération chlorophyllienne *in vitro*, Albinisme.

ملخص:

من خلال دراستنا يمكننا القول بان تشكل جنيني لم يعد عائقا أمام استخدام زراعة الابواغ المعزولة عند القمح الصلب. إذ أظهرت الدراسة التي قمنا بها الحصول على أجنة بنفس نوعية الأجنة المتحصل عليها بعد أنتاش الحبوب, هذه الأخيرة كانت مستحيلة عند القمح الصلب الذي يتميز بالاستجابة الضعيفة سواء بالنسبة لتشكيل الأجنة أو الحصول على نباتات خضراء.

عدة معاملات أولية أجريت على أصناف من القمح الصلب ومن بين هؤلاء نجد مانيتول M 0,3 (7 أيام) والمعاملة الأولية بالبرودة (4م0 في الظلام) من أحسن المعامل التي أعطت نتائج لم يتحصل عليها إطلاقا عند القمح الصلب. حيث تحصلنا تحت المعامل الأولي بالبرودة (5 أسابيع) على مجموع 5300 جنين من بين 2470000 أبواغ الصنفين معا (1Cham وKJ) منها 1850 أنقلت على وسط خاص بإنتاج النباتات (OMS) إذ أنتجت 89 نباتات خضراء أي 9 نباتات خضراء لكل 100 مئابر (الصنفين معا). من جهته فان المانيتول M 0,3 (7 أيام تحت درجة حرارة 4م0 في الظلام) أعطى بالنسبة للصنف KJ 2,3 % من الإنتاج للنباتات الخضراء أي بمعدل 9 نباتات خضراء لكل 100أبواغ. تجدر الإشارة هنا إلى نتائج أصلية لم يسبق الحصول عليها عند القمح الصلب إلى وهي إنتاج نباتات خضراء من خلال أجنة مسنة وضعت اصطناعيا في وسط منتج للنباتات.

الكلمات الأساسية، *Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husn.

زراعة الأبواغ المعزولة، معاملة أولية، مانيتول، معاملة أولية بالبرودة، تحريض التشكل الجنيني الذكري، تشكل جنيني، إنتاج نباتات خضراء، إنتاج نباتات خضراء، عديم الكلوروفيل

Introduction

En Algérie la production agricole est faible et ne couvre pas les besoins alimentaires de la population. Pour le blé qui constitue l'aliment de base, sa production nationale est faible: 1,3 millions de tonnes. Le rendement moyen est de 14 quintaux à l'hectare (blé dur ou blé tendre, d'après la FAO, statistiques 2004), production qui couvre 40% des besoins nationaux. Il en découle des importations massives: 1,7 millions de tonnes pour couvrir un déficit de 60%. Il est utile de rappeler que pour l'année (2005), l'Etat a mobilisé une enveloppe de 1,5 milliards de dollars pour couvrir la totalité des besoins domestiques en blé (les deux espèces

confondues) dont 500 millions de dollars sont consacrées uniquement pour couvrir les importations du blé français (les deux espèces confondues): ce qui représente le tiers des importations totales en blé. Pour ce dernier, l'Algérie est devenue le premier importateur dans le monde. Pour faire face à ces défis concurrentiels, mais aussi à d'autres évolutions (restructuration à venir des outils de production et modifications des techniques de production, nécessité de développer des nouvelles variétés.

L'enjeu pour une agriculture du blé dur est d'arriver à l'autosuffisance alimentaire pour une sécurité alimentaire de la population. Il est donc impératif d'accroître les rendements à l'hectare, car il n'est plus possible d'étendre les superficies consacrées aux céréales. Au contraire, ces superficies sont menacées par l'avancée du béton armé et peuvent être diminuées dans un futur prochain par l'accroissement démographique de la population et son besoin en urbanisme.

Les méthodes d'améliorations variétales classiques sont relativement longues. La culture in vitro par la méthode d'haplodiploïdisation permet une fixation rapide du matériel génétique recherché par le sélectionneur. Ceci apporte un gain de temps considérable dans le processus de sélection. Il suffit après l'obtention des plantes haploïdes de doubler leurs chromosomes et d'obtenir ainsi, en une étape de lignées complètement homozygotes (pures), l'équivalent de plus de dix années d'autofécondation. La maîtrise des méthodes conduisant à l'obtention des plantes haploïdes doublées chez le blé dur est un objectif d'une importance capitale pour l'Etat algérien en vue de l'amélioration variétale de cette espèce.

La production des plantes haploïdes doublées est devenue la méthode de choix dans la sélection des génotypes intéressants recherchés en agronomie. De nos jours la CMI est couramment utilisée dans les programmes d'améliorations des plantes comme le colza, le tabac, le blé

tendre et l'orge. Chez le blé dur la méthode de la CMI est en amélioration continue afin d'augmenter le nombre de plantes vertes régénérées

L'haplodiploïdisation a en effet été considérée comme une des biotechnologies susceptibles d'apporter une contribution très significative à l'amélioration des plantes.

Matériel et méthodes

Cette étude a été menée sur des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husn.), tétraploïde ($2n = 4x = 28$, AABB), et une variété de blé tendre de printemps (*Triticum aestivum* subsp. *aestivum*) hexaploïde ($2n=6x=42$, AABBDD), Pavon 76 dans la mesure où jusqu'à présent aucun génotype de l'espèce *T. durum* ne pourrait servir de modèle.

Les plantes mères ont été cultivées dans une chambre climatisée de type Strader, réglée à la température jour/nuit 20/15°C avec une photopériode de 16 heures et une intensité lumineuse de 1150 μ E.m-2.s-1. L'humidité relative y a été maintenue à 70% \pm 5. Les talles ont été prélevées lorsque la majorité des microspores étaient au stade uninucléé tardif et ont subi par la suite les prétraitements.

Le protocole d'isolement des microspores ici est celui décrit par De Buyser et al., 2002 sauf pour les prétraitements. Avant l'isolement des microspores, les épis ont été désinfectés par une solution d'hypochlorite de calcium à 4%. Après broyage des épillets, filtration et centrifugation, reprise du culot et deuxième centrifugation, les microspores extraites ont été cultivées dans le milieu d'induction liquide CHB3 (CHU additionné de 90 g/l de maltose) (Chu et al., 1990), dans des boîtes de Pétri de 35 mm de diamètre à raison de 1,5 ml par boîte et co-cultivées avec 5 à 10 ovaires par boîte de Pétri.

Après la phase d'incubation dans une enceinte de culture régulée à 27°C, les embryons formés ont été comptés puis transférés sur le milieu de régénération solide de

Murashige et Skoog, 1962 sans hormones (MS0). Suivant toujours le même protocole de De Buyser et al., 2002, après 3 semaines de culture des embryons sur le milieu de régénération, les plantes vertes et albina ayant développé un système racinaire ainsi que les structures non régénérées en plantes ont été dénombrées.

Un test z de comparaison de pourcentages utilisant la formule ci dessous, a été effectué sur les résultats androgénétiques

Soient N1 et N2 les effectifs des deux échantillons indépendants. P1 et P2 les proportions ou pourcentages observés dans chacun des 2 échantillons à comparer. On calcule la statistique z par la formule indiquée ci-dessous. Pour appliquer la statistique z il faut que les deux échantillons respectent la règle suivante: les valeurs de NP et N (1-P) doivent être supérieures ou égales à 5.

$$Z = \frac{|P_1 - P_2|}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{N_1} - \frac{P(1-P)}{N_2}}}$$

Et pour P dont la formule est la suivante

$$P = \frac{N_1P_1 + N_2P_2}{N_1+N_2}$$

Une analyse de variance a été appliquée pour les résultats de l'androgénèse in vitro. Les données recueillies étant calculées sous forme de pourcentages, ceux-ci ont été transformés en $\arcsin \sqrt{p}$.

L'effet variétal, l'effet des prétraitements ainsi que l'effet d'une interaction variété- prétraitement ont été comparés par le test F.

Résultats et discussion

Les différentes étapes de la CMI sont portées en Figure 1.

Le meilleur taux d'embryogénèse a été observée avec 7 jours de prétraitement au mannitol 0,3M. Ainsi un total de 13 475 embryons androgénétiques a été obtenu à partir de 2 693 500 microspores, dont 3 673 ont été repiqués et ont donné 85 plantes chlorophylliennes (Figure 2). En moyenne sur 100 embryons transférés sur le milieu de régénération MS0, deux ont été convertis en plantes vertes. Le rapport plantes vertes/plantes albina était de 0,1. Ce dernier était le meilleur ratio obtenu chez ce cultivar de blé dur.

Un autre résultat intéressant (Figure 3) et original de cette étude est la régénération des plantes chlorophylliennes à partir d'embryons âgés après ce même prétraitement au mannitol 0,3M (7 jours). La fréquence de régénération en plantes vertes est en effet passée de 1,45 pour des embryons âgés de 1 mois et 8 jours (38 jours), à 2,87 et 3,83 pour ceux qui sont âgés d'1 mois et 14 jours (44 jours) et d'1 mois et 25 jours (55 jours) respectivement. Un tel résultat n'a jamais été obtenu en androgénèse in vitro chez le genre *Triticum*. D'habitude la totalité des régénérations en plantes est obtenue à partir de 28 à 35 jours de culture des embryons. Au-delà de cette phase, les embryons restant n'ont aucune aptitude (ou très rarement) à se convertir en plantes que ce soit chlorophylliennes, albina, chimériques, anthocyaniques ou autres.

Le blé dur (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.) Husn.) est sans nul doute l'une des espèces cultivées de la famille des Poacées les plus récalcitrantes à l'androgénèse in vitro.

Le succès de l'androgénèse in vitro dépend en première mondiale des prétraitements appliqués aux inflorescences avant l'extraction des microspores. Plusieurs prétraitements appelés aussi "stress" ont été développés pour réorienter le programme gamétophytique vers un programme sporophytique (Touraev et al., 1997). Ce processus peut alors être induit par plusieurs approches: par un gamétocide (Picard et al., 1987), prétraitements thermiques Picard et De-Buyser (1975), choc osmotique (Hu et Kasha, 1999).

L'effet positif d'un prétraitement thermique de longue durée a été mis en évidence au laboratoire MVEH, d'Orsay (Figure 4). Le prétraitement au froid a permis non seulement d'améliorer l'embryogénèse, les résultats obtenus étaient très significatifs (Tableau 1); mais aussi, pour la première fois, d'obtenir des quantités relativement importantes de plantes chlorophylliennes (Labrani et al., 2005, 2006).

Une analyse de variance des résultats de culture in vitro de microspores isolées correspondantes a montré une différence hautement significative au seuil α de 5%. Les résultats ainsi acquis au laboratoire MVEH d'Orsay, montrent qu'il est possible d'obtenir chez l'espèce blé dur des haploïdes doublés d'origine androgénétique par la méthode de culture in vitro de microspores isolées.

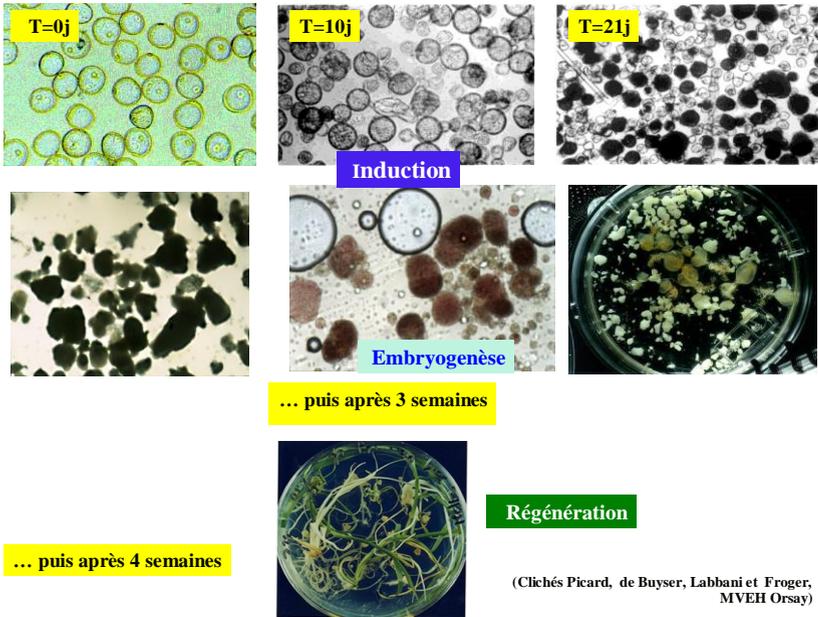


Figure 1: Le processus d'haplodiploïdisation *in vitro*: cas du *turgidum subsp. durum* (Desf.) Husn

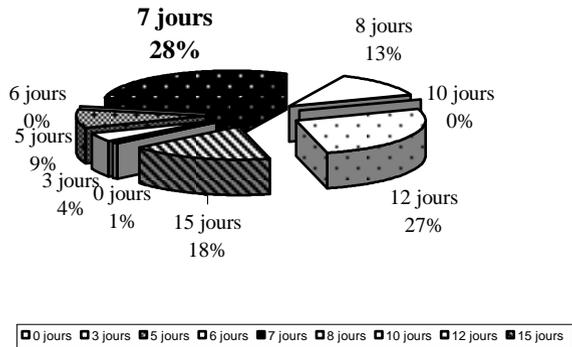


Figure 2: Effet de la durée du mannitol 0,3M sur la Régénération chlorophyllienne en CMI: cas du cv.JK

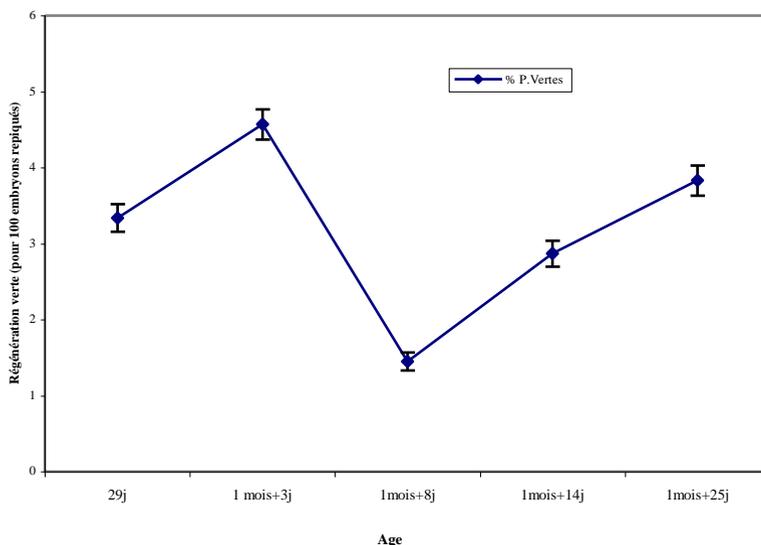


Figure 3: Age d'embryons et l'effet du mannitol en culture de microspores isolées chez le blé dur cv.JK

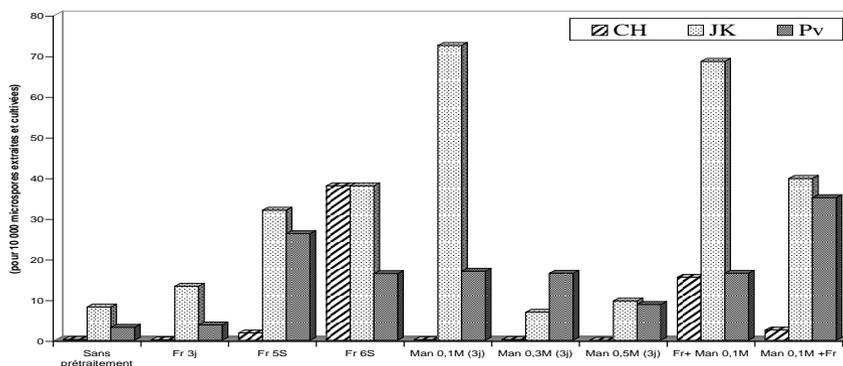


Figure 4: Effet de différents prétraitements sur l'embryogenèse en culture *in vitro* de la CMI chez des cultivars de blé dur (pour 10 000 microspores extraites et cultivées)

Tableau 1: Analyse de variance à deux facteurs au seuil de signification de 5% et 1% pour l'embryogenèse *in vitro*. Effet des prétraitements.

Source des variations	ddl	SC	CM	F observé	F théorique ou (critique)	
					5%	1%
Variétés	2	0,014	0,007	23,8	3,09	4,8
Prétraitements	7	0,031	0,0045	15,2	2,1	2,8
Variétés x Prétraitements	14	0,062	0,0044	14,9	1,8	2,3
Erreur	96	0,028	0,0003			
Total	119	0,136				

ddl: degré de liberté ; SC: somme des carrés ; CM: moyenne des carrés

Conclusion

Nos résultats montrent que la fréquence des plantes albina peut être réduite par l'action des prétraitements. La procédure développée ici, pour la culture de microspores isolées chez le blé dur nous a permis d'obtenir avec succès des embryons et des plantes chlorophylliennes. Ainsi, en ajustant les prétraitements, on devrait pouvoir modifier significativement la réponse des microspores, optimiser le nombre d'embryons produits et par la suite augmenter le nombre de plantes haploïdes chlorophylliennes.

Références Bibliographiques

De-Buyser J, Touraine P, J'Aïti F, Haïcour R, Picard E. 2002. Haplodiploïdisation par culture de microspores isolées de blé in vitro. In: Tec Doc, Biotechnologies

végétales techniques de laboratoire. Lavoisier, Londres, Paris, New York, 257-273.

Chu CC, Hill RD, Brule-Babel AL. 1990. High frequency of pollen embryoid formation and plant regeneration in *Triticum aestivum* L. On monosaccharide containing

media. *Plant Science* 66: 255-262.

Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15: 473-497.

Touraev A, Vicente O, Heberle-Bors E. 1997. Initiation of microspore embryogenesis by stress. *Trends Plant Sci Rev* 2(8): 297-302.

Picard E, Hours C, Gregoire S, Phan TH, Meunier JP. 1987. Significant improvement of androgenetic haploid and doubled-haploid induction from wheat plants treated with a chemical hybridization agent. *Theor. Appl. Genet* 74: 289-297.

Picard E, de Buyser J. 1975. Nouveaux résultats concernant la culture d'anthères in vitro de blé tendre (*Triticum aestivum* L). Effets d'un choc thermique et de la position de l'anthère dans l'épi. *C R Acad Sc Paris, série D*, 281: 127-130.

Hu T, Kasha KJ. 1999. A cytological study of pretreatments used to improve isolated microspore cultures of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Chris. *Genome* 42: 432-441.

Labbani Z, Richard N, de Buyser J, Picard E. 2005. Plantes chlorophylliennes de blé dur obtenues par culture de microspores isolées: importance de prétraitements.

Comptes Rendus Biologies 328: 713-723.

Labbani Z, de Buyser J, Picard E. 2006. Relation entre le Mannitol et la régénération chlorophyllienne en culture in vitro de microspores isolées chez le blé dur.

Proceeding Xèmes Journées Scientifiques de
l'AUF Constantine Algérie du 8 au 11 mai 2006. pp 25-26.

