

ISSN 2773-4099

[www.univ-mosta.dz/fsnv](http://www.univ-mosta.dz/fsnv)



NATURE & LIFE SCIENCES FACULTY  
UNIVERSITY OF MOSTAGANEM

JOURNAL OF  
NATURAL SCIENCES  
&  
SUSTAINABILITY

volume 1

## About the Journal

A wide range of current research subjects in the fields of Agronomic and biological sciences, food sciences, fisheries sciences, environmental management, environmental engineering, and environmental protection are covered by the Natural sciences and sustainability.

The journal initially published original papers that were presented at the International Symposium on "Scientific days of faculty life and nat sciences," which was alternately held in Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem and organized by the faculty of natural and life sciences.

Natural Sciences & Sustainability is a national journal that publishes original research papers in the following fields:

Agronomy science;

Animal genetics;

Animal science;

Bioactive compounds

Biodiversity and (environmental) natural resources;

Biotechnology;

Earth Sciences

Eco-industry and environmental marketing;

Ecological and sustainable tourism;

Ecology

Entomology

Environmental education and sustainable development;

Environmental health;

Environmental protection technologies (water, air, soil);

Food chemistry;

Food safety;

Food science;

Forestry;

Global climatic changes;

Hydrogeology

Land reclamation;  
Life cycle assessment of products;  
Mathematical modeling in sustainable development;  
Medicinal plants;  
Microbiology;  
Molecular Biology and genetics  
Nutrition  
Oceanology  
Pharmacognosy  
Plant biology  
Plant physiologie  
Sea Sciences  
Sensors in environment control;  
Soil science.  
Technologies for drinking and industrial water;  
Vegetal Genetics  
Veterinary sciences  
Waste valorization technologies and management;  
Water Ressources  
Zoology

## **Editorial Board**

### **Honorary editor**

GHAFFOUR Mohamed University of Mostaganem

### **Editor in chief**

Dr. BENABDELMOUMENE Djilali

### **Editorial team**

Pr. HOMRANI Abdelkader

Pr. BENAMAR Nardjes

Dr. MEDJAHED Mustapha

Dr. DAHMOUNI Said

M. BENTAHAR Mohamed-Cherif

### **Scientific Advisory Board**

Pr ADAMO Abdelkader University of Kasdi MERBAH Ouargla

Pr ADJLANE Nouredine University of M'hamed BOUGARA Boumerdes

Pr BEKADA Ahmed University of Tissemsilt

Pr BELAHCENE Miloud University BELHADJ Bouchaib Ain Temouchent

Pr BELHOCINE Mansouria University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr BENAMAR Nardjess University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr BENKHELIFFA Mohamed University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr BOUDEROUA Kaddour ESA of Mostaganem

Pr BOUFADI Yasmine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr BOUZOUINA Mohamed University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr CHADLI Rabah University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr CHIBANI Abdelouahab University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr DJEBLI Nouredine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr DJIBAOUI Rachid University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr DOUKANI KOULA University Ibn Khaldoun of Tiaret

Pr HADDAD Ahmed University Nour el Bachir EL Bayadh

Pr HASSEINE Omar University of Ahmed BENBELLA Oran

Pr HOMRANI Abdelkader University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr GHAF FOUR Mohamed University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr KATI Djamel Eddine University of Abderrahmane Mira Bejaia

Pr KEDDARI Soumia University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr Larid Mohamed University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr LATRACH Ali University Djilali Liabès of Sidi Belabbes

Pr MEHDADI Zoheir University Djilali Liabès of Sidi Belabbes

Pr MEZALI Karim University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr RIAZI Ali University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr SOUALILI Dina University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Pr TAIBI Nasreddine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr AIT SAADA Djamel University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr BELBACHIR Noureddine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr BENBOUZIANE Bouasria University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr BENGHARBI Zineb University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr BOUALEM Malika University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr BOUZAZA Zoheir University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr CHALAL Abdel Malek University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr DAHOU Amine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr GHELAMALLAH Amine University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr MAHIOUT Djamel University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr YAHLA Imène University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

Dr RECHIDI Nadra University AbdelHamid ibn Badis of Mostaganem

# CONTENTS

---

<b>1. Atouts nutritionnels des légumes secs et leur impacts sur la santé.</b>	<b>01</b>
AIT SAADA Djamel, AIT CHABANE Ouiza, KEDDAM Ramdane, BENABDELMOUMENE Djilali, HOMRANI Abdelkader, BEKADA Ahmed Mohamed Ali, SELSELET-ATTOU Ghalem	
<b>2. Anti-inflammatory activity of <i>Laurus nobilis</i> leaves extract <i>in vivo</i>.</b>	<b>05</b>
YAHLA Imene and RIAZI Ali	
<b>3. Assessment of physico-chemical and microbiological quality of raw cow milk from Relizane area, Algeria.</b>	<b>09</b>
MESKINI Zakaria, HOMRANI Mounia, DAHOU Abdelkader El-Amine, YEROU Houari, BELKACEM Amina, HOMRANI Abdelkader	
<b>4. <i>Phoma betae</i> endophytic fungi isolated from <i>Anabasis prostrata</i> roots confers barley salt stress tolerance through amelioration of ion homeostasis and water status.</b>	<b>13</b>
KOUADRIA Rabiaa, BOUZOUINA Mohammed, LOTMANI Brahim, SOUALEM Samira.	
<b>5. Survey report on the recognition and management of the tomato leaf miner <i>Phthorimaea absoluta</i> by producers in the Mostaganem region (Algeria).</b>	<b>18</b>
KRACHE Farial, BOUALEM Malika, BENABDELMOUMENE Djilali, OMARI Mounir	
<b>6. Effect of the substitution of rennet by chicken pepsin in the coagulation of milk for cheese processing .</b>	<b>22</b>
DAHOU Abdelkader El Amine, TAHLAITI Hafida, MOUSSA Yassemine, MEDJAHED Mostefa, HOMRANI Abdelkader	
<b>7. Technological and nutritional importance of carob.</b>	<b>27</b>
BOUHREM Elias, BENABDELMOUMENE Djilali, DAHMOUNI Said, BENGHARBI Zineb	
<b>8. Microbiological quality of bovine milk from the dairy basin of Relizane for cheese processing.</b>	<b>31</b>
BEKHAL Amin, DAHOU Abdelkader El Amine, TAHLAITI Hafida, DOUKANI Koula, SEDDAR YAGOUB Fatma, HOMRANI Abdelkader	
<b>9. Survey on the performance of reproduction of some imported dairy cattle farms in the region of Mostaganem.</b>	<b>35</b>
DOUBBI BOUNOUA Lahcen, DAHOU Abdelkader El Amine, HALBOUCHE Miloud, HOMRANI Abdelkader	
<b>10. Quelques données biologiques de la melva <i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810), capturée sur la côte de Mostaganem.</b>	<b>39</b>
BAALI Hanane & BENAMAR Nardjess	

## CONTENTS

---

<b>11. Situation de la pêche récréative dans la région de Mostaganem</b>	<b>44</b>
DAOUDI Mohamed, BACHIR BOUIADJRA Benabdellah, MOKHTAR Brahim, SIFI Mustapha, BEHMENE Ibrahim, GARCIA CHARTON José Antonio	
<b>12. Impact des saisons et le déséquilibre intratissulaire de certains métaux lourds sur la chute de cheveux (alopécie) dans la région de Mostaganem (Algeria).</b>	<b>48</b>
BENDOUNAN Fadela Rania, BENGHARBI Zineb, DAHMOUNI Said et MZAAD Khadidja	
<b>13. Analyse physicochimique et bactériologiques des eaux potables dans la région de Bouguirat .</b>	<b>54</b>
BENGUENOUNA Noureddine; BENABDELMOUMENE Djilali, TEFIANI Choukri, BOUZOUINA Mohamed, FODIL Mustapha Kamel.	
<b>14. Caractérisation topologique de la protéine MalG du transporteur ABC d'<i>Esherichia coli</i></b>	<b>58</b>
BENTAHAR Mohamed-Chérif1*, LAI Thanh-lan2, VALERIO-LEPINIEC Marie3, BENBOUZIANE Bouasria4, BENABDELMOUMENE Djilali1, MINARD Philippe	
<b>15. Effets de salinité des sols sur les qualités nutritionnelles et biochimiques de l'artichaut « <i>Cynara Cardunculus L</i> ».</b>	<b>66</b>
FODIL Mustapha Kamal, BENABDELMOUMENE Djilali*, GHELAMALLAH Amine, DAHMOUNI Said, BENGHERBI Zineb, BENGUENOUNA Noureddine.	
<b>16. Étude de l'activité parasitaire de la faune auxiliaire des Aphides dans la région de Mostaganem (Nord-Ouest, Algérie).</b>	<b>70</b>
GHELAMALLAH Amine et ARBAOUI Mohamed, BENABDELMOUMENE Djilali	
<b>17. Pratiques d'élevage dans une ferme laitière à Hassi-Mamèche et leurs impacts sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait.</b>	<b>74</b>
SAIDANE Zohra, HOMRANI Mounia, DAHOU Abdelkader Elamine, BOUABSA Fatima Soltana et HOMRANI Abdelkader	
<b>18. Étude de l'activité insecticide d'<i>Allium sativum</i> (Aspargales : Amaryllidaceae) vis-à-vis des adultes de <i>Hyalopterus pruni</i> (Hemiptera : Aphididae).</b>	<b>79</b>
KEDDAR Fayza1*, BOUALEM Malika	
<b>19. L'arganier (<i>Argania spinosa</i>): Vertus et bienfaits de l'arbre miracle du désert.</b>	<b>85</b>
CHAALEL Abdelmalek, TEFIANI Choukri, BOUKEZZOULA Nawal, ARIDJ Taleb et RIAZI Ali	

## Anti-inflammatory activity of *Laurus nobilis* leaves extract *in vivo*.

YAHLA Imene and RIAZI Ali

Laboratory of Beneficial Microorganisms, functional food and health, Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem

### ARTICLE INFO

#### Keywords :

leaves,  
*Laurus nobilis*,  
anti-inflammatory activity,  
paw oedema

### ABSTRACT

The therapeutic potential of *Laurus nobilis*, a common plant grown in Algeria, has been validated by numerous studies. The present study aimed to highlight the anti-inflammatory activity of ethanolic extract *Laurus nobilis* extract (EELN) *in vivo*. The anti-inflammatory activity of EELN was tested in mice weighting ( $25 \pm 5$ ) g. Either PBS vehicle (control group), ethanolic extract (50mg/kg) or diclofenac (50 mg/kg), were administered (p.o) for 60 min before an oedema was induced in the mice paw by subcutaneous injection of carrageenan. The mouse-paw volume was measured from 1 h to 6 h after carrageenan injection. Plasma fibrinogen, serum albumin and C-reactive protein (CRP) levels were determined for each group. The EELN and the standard (diclofenac) reduced significantly ( $p < 0.05$ ) paw oedema by  $98.68\% \pm 11.24\%$  and  $77.19 \pm 0.87\%$ , respectively compared to the control after the sixth hour after injection of carrageenan. Biomarkers of inflammation (serum albumin, C-reactive protein CRP and plasma fibrinogen) levels were significantly ( $p < 0.05$ ) optimized in EELN group (assay) compared to the control. The obtained results revealed that the ethanolic extract of *L. nobilis* leaves has a significant *in vivo* anti-inflammatory activity.

### 1.Introduction

*Laurus nobilis* is a member of the Lauraceae family, which includes 32 genera and about 2000-2500 species. *Laurus*, Latin name, of Celtic origin meaning "evergreen", referring to the plant's evergreen foliage (Gedouari *et al.*, 2021). The leaves have been widely used and known as a seasoning and medicinal herb since ancient Greek and Roman times. Interestingly, this herb that has long been used in food as a condiment and in traditional medicine has, in fact, properties that may suggest new applications (El-Mijalli *et al.*, 2022).

*L. nobilis* has been shown to have antioxidant, antimicrobial activities, as well as anticonvulsant properties. The leaves have been used to treat rheumatic pains, arthritis, skin inflammation, and asthma (Berendika *et al.*, 2022).

Inflammation is defined a response of a tissue to a deleterious stimulus, like irritant agents, physical injury, and pathogens, which is described by increased vascular permeability, changes in blood flow, and leucocytes migration to the affected sites. Pain is a hostile sensory and emotional experience from tissue damage and acts as a signal to warn against further insults (Odira *et al.*, 2022). There are many anti-inflammatory and analgesic treatments for inflammation and pain however, they are unaffordable and inaccessible particularly in low income and remote settings, they are of low efficacy and have secondary effects with life-threatening consequences (Olela *et al.*, 2020). In this regard, we aim to investigate natural products, especially medicinal plants, as one of the most promising therapeutic agents for inflammatory diseases. The objective of this study was to explore the anti-inflammatory and analgesic effects of *L. nobilis* leaves extract on mice.

\*Corresponding author.

E-mail address: [imene.yahla@univ-mosta.dz](mailto:imene.yahla@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 13

February 2023; Accepted 01 March 2023

## 2. Matériel et méthodes:

### 2-1. Plant leaves and extraction method

Leaves of *L. nobilis* were purchased from local market of Mostaganem, Algeria and preserved in airtight containers. A Soxhlet apparatus was used for extraction. 200 g of dried leaves were powdered then 2 L of ethanol was added. The extraction was lasted for 8-10 h until the dissolution of the soluble constituents in the solvent. After filtration, a rotary evaporator (Buchi, Switzerland; temp: 60°C; pressure: 175 mbar) was used to evaporate the solvent to yield semi solid mass. The obtained extract was collected and stored at 4°C until use (Yahla *et al.*, 2021).

### 2-2. Animal model

Male Swiss albino's mice weighting between 20 and 30 g, obtained from Pasteur institute of Algiers, Algeria were used in this study. Mice were fed a standard diet (Animal Food, Bouzereah, Algiers, Algeria) and tap water *ad libitum* for two weeks in an air-conditioned room at  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  and  $55 \pm 10\%$  relative humidity with regular 12 h-dark-light cycle for stabilizing all metabolic conditions. This experiment was agreed by the Algerian Ethics Committee for Research on Animals of Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem (ECRA/AIBUM).

### 2-3. Anti-inflammatory paw oedema test

The method of Winter *et al.* (1962) was realized to explore the anti-inflammatory effect of the EELN against carrageenan-induced paw oedema in mice. Mice were divided into 3 groups, a control group (G1) receiving intraperitoneally (ip) the phosphate buffer saline (PBS) solution, the treated group (G2) received 50 mg/Kg of the ethanolic extract of *L. nobilis* EELN whereas the experimental group (G3) received an ip anti-inflammatory drug (50 mg diclofenac/kg). Mice of each group were provided with tap water and food before the experiment. First, volumes of left hind paw to the tibio-tarsal articulation were measured by a plethysmograph.

One hour after the administration of the PBS solution to the control group, 50 mg/kg of the EELN to the treated group and a dose of 50 mg/Kg of diclofenac to the experimental group, 100  $\mu\text{L}$  of 0.5% carrageen solution was injected into the footpad of the hind paws of mice in all groups. The paw volume was measured at intervals of 1, 3, and 6 hours. The anti-inflammatory activity of EELN was compared with that of 50 mg/kg diclofenac.

The inhibition percentage of the inflammation was determined from the formula:

$$\text{Inhibition \%} = (D - D_t) / D_0 \times 100$$

where D is the diameter of injected paw,

D<sub>0</sub> is the average inflammation of the control group of mice at a given time 0;

and D<sub>t</sub> is the average of diameters of hind paw oedema of the drug treated (i.e. EELN or reference diclofenac) mice at the same time.

### 2-4. Biochemical analysis

At the end of the experimentation, mice were anesthised then sacrificed. Blood was collected and centrifuged, Plasma fibrinogen, serum albumin and C-reactive protein (CRP) levels were determined for each group.

### 2-5. Statistical analysis

Results are expressed as means  $\pm$  SEM. The statistical analysis was accomplished using software statbox pro. (Version 6.40, Statbox pro). Differences between the means were assessed with one-way ANOVA. Treatment differences means were determined with Newman-Keuls test. Differences were considered significant at  $p < 0.05$ .

## 3. Results and discussion

### 3-1. Anti-inflammatory effect

Inflammation consists in a natural response of the immune system, characterized by a mechanism that represents a chain of organized and dynamic responses including both vascular and cellular events with specific humoral secretion (Al-Mijalli *et al.*, 2022).

Results concerning effect of EELN on carrageenan induced oedema are illustrated on figure 1. After 1 h of pre-treatment with EELN, percentage increase in paw volume was significantly ( $p < 0.05$ ) inhibited in treated mice compared to controls. This reduction was preserved for 3 h. The values were similar in the three groups at the fourth hour following the EELN treatment. According to diclofenac sodium anti-inflammatory activity, the diclofenac sodium group have shown an important reduction in percentage increase in paw volume induced by carrageenan.

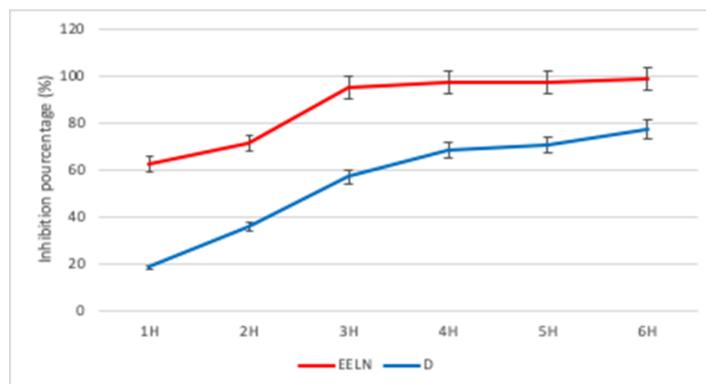


Fig. 1. Percentage inhibition of oedema by 50 mg/kg of EELN and 50mg/kg of diclofenac sodium at different interval times. EELN: 50mg/Kg EELN group, D: 50 mg/kg diclofenac group

The anti-inflammatory effect of EELN was highly significant ( $p < 0.05$ ) through the three hours post injection. However, this effect was similar to that of the diclofenac at the fourth hour of experiment.

The present study has revealed that 50 mg/kg of ethanolic extract of *L. nobilis* leaves (EELN) induces a significant ( $p < 0.05$ ) anti-inflammatory activity in mice.

Carrageenan-induced induced paw oedema is the typical experimental model of acute inflammation. Moreover, the experimental model reveals a high level of reproducibility. Its effect is biphasic. The initial phase is due to the secretion of histamine and serotonin (5-HT) (0-2 h), while plateau phase is provided by a kinin-like substance (3 h) and a second accelerating phase of swelling is attributed to prostaglandins (PG) liberation ( $> 4$  h) (Yahla *et al.*, 2021).

Consequently, the EELN induced significant reduction of oedema indicating an anti-inflammatory effect dose dependent. Among the

probable mechanisms involved in this effect, there will be the inhibition of formation of phlogistic mediators like kinins, prostaglandins, etc., modulation of mediators reaction with their respective receptors, and blockade of receptor action (Raval *et al.*, 2017).

The obtained results are in line with those of Guedouari *et al.*, (2021), who also reported that the ethanol extract of leaves (30.62%) exhibited a reduction in oedema higher than that of the reference Diclofenac sodium 50 mg (17.59%)

### 3-2. Biochemical analysis

Serum albumin, C-reactive protein (CRP) and plasma fibrinogen levels are represented in figures 2, 3 and 4, respectively. Data of figures 2 and 3 showed that separate administration of 50 mg/kg of EELN or diclofenac has decreased plasma levels of CRP by 42.8 and 36.3%, and those of fibrinogen by 54 and 18%, respectively, compared to controls.

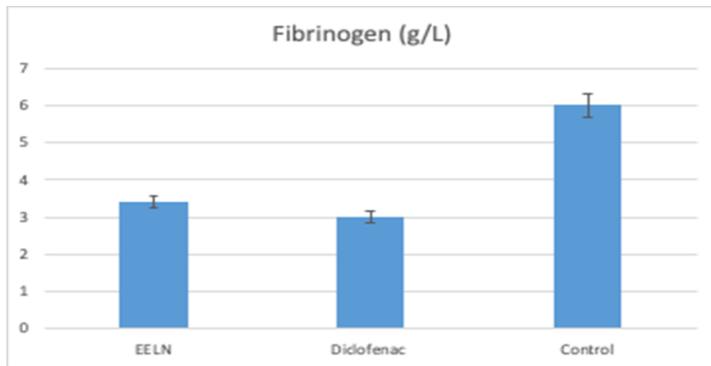


Fig. 2. Plasma fibrinogen levels (g/L) in mice groups.. The bars represent mean  $\pm$  SD (n=3).

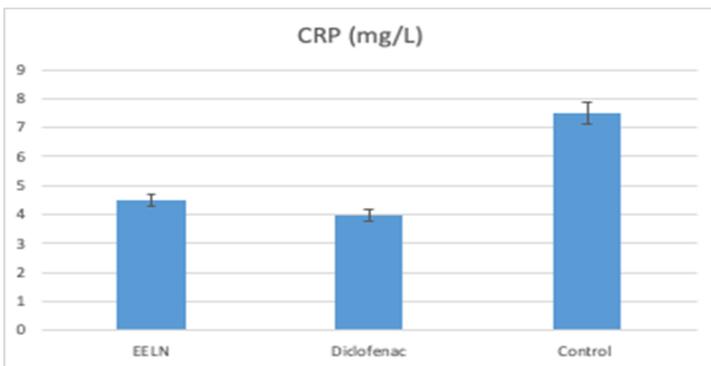


Fig. 3. C-reactive protein (CRP) levels (mg/L) in mice groups. The bars represent mean  $\pm$  SD (n=3).

Normal rates of serum albumin were observed in 50mg/Kg EELN (G1) and diclofenac (G2)-treated mice groups. However, a reduced serum albumin value was observed in control group as shown in figure 4.

The present study shows that EELN regulated plasma fibrinogen and C-reactive protein CRP levels. These results are in accordance with those described by literature highlighting the exerted anti-inflammatory effect. EELN reduced significantly the yeast-induced hyperpyrexia and inhibited carrageenan-induced pedal oedema. It also exhibited significant increase in fibrinogen level (Mohammed *et al.*, 2021).

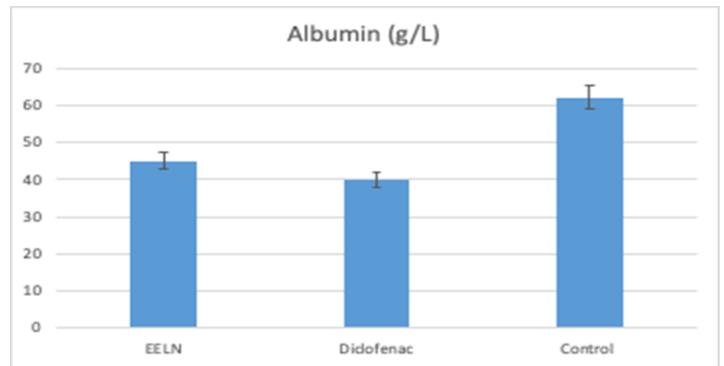


Fig. 4. Serum albumin levels (g/L) in mice groups. The bars represent mean  $\pm$  SD (n=3).

Moreover, we have explored the effect of EELN on serum albumin levels. Obtained results showed that the extract enhanced serum albumin level as well as diclofenac, whereas mice of the control group presented a reduction in albumin level. Tissue proteins denaturation is one of the well-documented inflammatory and arthritis causes. The protein denaturation bioassay was assessed in vitro for the anti-inflammatory property of methanol extract of EELN leaves. Similar results were reported by Casamassima *et al.* (2017).

## 4. Conclusion

In conclusion, this study confirmed that the ethanolic extract of *L. nobilis* leaves exerts a significant anti-inflammatory effect against carrageenan induced paw inflammation in mice.

## Déclaration conflit d'intérêt

This research was funded by a grant from the Algerian ministry of higher education .

## References

- Al-Mijalli S.H, Mrabti H.N., Ouassou H, Flouchi R, Abdallah EM., Sheikh R.A., Alshahrani M.M., Awadh A.A.A., Harhar H., Omari N.E., Qasem, A., Assaggaf H., Moursi N.H., Bouyahya, A., Gallo M., Faouzi M.E.A. (2022). Chemical Composition, Antioxidant, Anti-Diabetic, Anti-Acetylcholinesterase, Anti-Inflammatory, and Antimicrobial Properties of *Arbutus unedo L.* and *Laurus nobilis L.* Essential Oils. *Life*12, 1876. <https://doi.org/10.3390/life12111876>.
- Berendika M., Domjanić Drozdek S., Odeh D., Oršolić N., Dragičević P., Sokolović M., Garofulić I.E., Đikić D., Jurčević I.L. (2022). Beneficial Effects of Laurel (*Laurus nobilis L.*) and Myrtle (*Myrtus communis L.*) Extract on Rat Health. *Molecules*. 17;27(2):581. doi: 10.3390/molecules27020581. PMID: 35056895; PMCID: PMC8778765.
- Casamassima D., Palazzo M., Vizzarri F., Coppola R., Costagliola C., Corino C., Di Costanzo A. (2017). Dietary effect of dried bay leaves (*Laurus nobilis*) meal on some biochemical parameters and on plasma oxidative status in New Zealand white growing rabbit. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 101 (5):175-184.
- Guedouari R., Nabiev M. (2021). Anti-inflammatory activity of different extracts from *Laurus nobilis* growing in Algeria. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*. (7): 2115-2120.

- Mohammed R.R., Omer A.K., Yener Z , Uyar A, Ahmed A, K. (2021). Biomedical effects of *Laurus nobilis* L. leaf extract on vital organs in streptozotocin-induced diabetic rats: Experimental research. *Annals of Medicine and Surgery. (61) : 188–197.*
- Odira H.O., Mitema S.O., Mapenay I.M., Moriasi G.A. (2022). Anti-inflammatory, Analgesic, and Cytotoxic Effects of The Phytexponent: A Polyherbal Formulation. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine.*27. doi:10.1177/2515690X221082986
- Olela B., Mbaria J., Wachira T., Moriasi G. (2020). Acute Oral Toxicity and Anti-inflammatory and Analgesic Effects of Aqueous and Methanolic Stem Bark Extracts of *Piliostigma thonningii* (Schumach.). *Evid Based Complement Alternat Med.* 6;2020:5651390. doi: 10.1155/2020/5651390. PMID: 32831869; PMCID: PMC7428891.
- Raval N.D. , Ravishankar B., Ashok B.K. (2017). Anti-inflammatory effect of Chandrashura (*Lepidium sativum* Linn.) an experimental study. *Ayu* 34: 302-304.
- Winter C.A., Risley E.A., Nuss G.W. ( 1962). Carrageenin-induced edema in hind paw of the rat as an assay for anti-inflammatory drugs. *Proc Soc Exp Biol Med. Dec;111:544-7.* doi: 10.3181/00379727-111-27849. PMID: 14001233.
- Yahla I, Benguiar R., Riazi A. (2021). In vivo anti-inflammatory activity of *Lepidium sativum* (L.) seeds. *South Asian Journal of Experimental Biology.* 11 (1), 81-85.



## Atouts nutritionnels des légumes secs et leur impacts sur la santé .

AIT SAADA Djamel<sup>1\*</sup>, AIT CHABANE Ouiza<sup>1</sup>, KEDDAM Ramdane<sup>1</sup>, BENABDELMOUMENE

Djilali<sup>2</sup>, HOMRANI Abdelkader<sup>3</sup>, BEKADA Ahmed Mohamed Ali<sup>4</sup>, SELSELET-ATTOU Ghalem<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire de physiologie Animale et Appliquée, Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem-Algérie.

<sup>3</sup> Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale, Université Ibn Badis, Mostaganem-Algérie.

<sup>4</sup> Université de Tissemsilt-Algérie.

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

*légumes secs,  
composition chimique,  
intérêts nutritionnels,  
facteurs antinutritionnels,  
traitements technologiques.*

### R É S U M É

Les légumes secs comptent parmi les cultures les plus pratiquées depuis la nuit des temps. Du fait de leur particularité d'être riches en protéines, relativement peu coûteuses et riches en certains éléments minéraux tels que le potassium, le magnésium et le calcium, ils constituent l'une des ressources alimentaires les plus prisées par certaines populations du monde. Les études épidémiologiques ont nettement dévoilé que les plus forts consommateurs de légumineuses sont les individus les mieux protégés contre le risque de mortalité surtout par le cancer. Toutefois, ces graines sont très pauvres en méthionine et cystéine qui sont deux acides aminés essentiels à l'homme. De ce fait, ils peuvent être améliorés remarquablement par complémentation avec les régimes à base de produits céréaliers riches en acides aminés soufrés à des proportions variables de 5 à 10%. Ils renferment aussi beaucoup de facteurs antinutritionnels (phytates, tanins, inhibiteurs de protéases, lectines, composés cyanogénétiques, saponines...) capables d'affecter leur valeur nutritionnelle en perturbant la digestion et/ou la biodisponibilité des nutriments. Le recours à l'état cru aux différents procédés technologiques (traitements hydrothermiques, cuisson aux infrarouges, torréfaction, germination ...) peut néanmoins détruire ces facteurs antinutritionnels et améliorer efficacement de leur valeur nutritionnelle.

### 1.Introduction

Les légumes secs, comme on les surnomme la viande du pauvre, sont les graines comestibles des plantes dicotylédones, de la famille des légumineuses ou fabacées caractérisées par une richesse inégale en principaux composés nutritionnels. Ils sont particulièrement riches en amidon et à teneur peu élevée en lipides. Ils sont surtout très considérés en alimentation humaine pour leur source intéressante en protéines. Il s'agit des haricots blancs (lingot, moquette), d'haricots rouges (azukis), des pois (chiche, casses, secs), des lentilles (brune, verte, corail du Puy, blonde), des fèves... (FAO, 1982 ; Bichon-Safrane, 1991 ; Cuq et Leynaud-Rouaud, 1992 ; Maatougui, 1998 et MADR, 2014).

### 2.Protéines :

Les légumes secs constituent en effet d'excellentes sources de protéines dont 100 grammes de légumineuses crues apportent autant de

protéines que 100 g de viandes et/ou de poissons (Houlbert, 2015). Les apports nutritionnels en protéines peuvent toutefois varier d'une espèce de légumineuse à une autre ; de 15 à 43.6 g pour 100g de matière sèche (Tableau 1).

Ces protéines localisées presque exclusivement dans les cotylédons sont constituées en majeure partie par des globulines (60 à 90 %) et des albumines (10 à 20 %). Elles renferment tous les acides aminés essentiels (32% des acides aminés totaux) avec une forte proportion en lysine mais dont les acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) constituent les facteurs limitants (Gueguen et Lemarie, 1996 ; Calet, 1992 ; Andriamamonjy, 2000 ; Ettoumi, 2015) (Tableau 2). Ce profil en acides aminés est plutôt opposé à celui des céréales qui peuvent donc être servis comme complément pour corriger ce déficit en acides aminés indispensables chez particulièrement les végétaliens (FAO, 1982 ; Boyeldieu, 1991 ; Cuq et Leynaud-Rouaud, 1992, Champ *et al.*, 2002).

\*Corresponding author.

E-mail address: [aitsaadad@gmail.com](mailto:aitsaadad@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 12

February 2023; Accepted 01 March 2023

Il semble exister, néanmoins, lors du mélange entre les deux denrées alimentaires (légumineuses et céréales) certaines proportions qui portent à son niveau maximal la valeur des protéines combinées. Ces proportions sont l'objet d'un débat permanent ; mais malgré les multiples discordes, la majorité des auteurs s'accordent à dire que l'addition d'une proportion d'environ 5 à 10 % de légumineuses aux céréales est largement satisfaisante pour atteindre l'équilibre protéique souhaité (FAO, 1982).

### 3. Glucides :

Les graines des légumineuses conviennent bien aux diabétiques. Ils sont riches en glucides (48.7 à 71.7 g pour 100g de matière sèche) (Tableau 1) et sont dotés d'un faible indice glycémique (Tableau 3). Ils constituent une bonne source en amidon constitué de 30 à 66% d'amylose digéré plus lentement par les enzymes digestives que l'amylopectine. De plus, après cuisson, l'amidon des graines entières reste encapsulé dans une enveloppe fibreuse dont l'action des amylases salivaires et pancréatiques, se trouve aussi fortement ralentie (Andriamazaoro, 1994; Rabemahefa, 1994; Andriamamonjy, 2000; Ramaherisoa, 2004; Rabearimanana, 2004 ; Champ et al., 2015 ; FAO, 2016a).

Tab. 1. Valeur nutritionnelle de quelques légumineuses en g pour 100g de MS .

Légumineuses	Nutriments				
	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Minéraux
Haricot <sup>(1)</sup>	26,2-43,6	1-1,9	60-65	4 -5	3,0-4,9
Pois du cap <sup>(2)</sup>	19-25	1-2	48,5-65,9	6,7-23,3	3-5
Ambérique <sup>(3)</sup>	23,3-24,1	0,6-0,8	60-60,5	8,5-12,1	3,5-3,4
Voandzou <sup>(4)</sup>	17,1-17,3	7,6-7,7	71,7-72,1	8,8	3,1-3,2
Nièbé <sup>(5)</sup>	25,0-26,3	1,62-1,7	68-69	4-7,4	3,9-4,2
Soja <sup>(6)</sup>	37,6	18,3	6,3	22,0	4,69
Pois chiche <sup>(7)</sup>	19,4-20	5-5,6	54,9-58	-	4
Pois cajan <sup>(8)</sup>	15-29	1-3	60-66	5-10	3-4
Dolique rouge <sup>(9)</sup>	21,44	0,75	63,25	-	3,91

Tab. 2. Teneurs en protéines, lysine et méthionine de quelques légumineuses en comparaison à celles d'autres aliments couramment consommés .

Aliments	Protéine (g/100g)	Lysine (mg/100g protéine)	Méthionine (mg/100g protéine)
Haricot rouge	9.1	68.9	15.05
Lentilles cuites à l'eau	9.0	70.00	8.56
Lupin, graines cuites à l'eau	15.6	53.33	7.05
Pois cassés cuits à l'eau	8.3	72.53	10.24
Soja, graines cuites à l'eau	16.6	66.75	13.49
Œufs entier cuit à l'eau	12.6	71.75	31.11
Lait entier	3.3	78.89	24.85
Pâtes alimentaires cuites	4.85	22.12	16.13

### 4. Fibres :

Les légumes secs peuvent constituer une source intéressante en fibres insolubles (téguments et parois végétales) et en fibres solubles (parois végétales et contenu intracellulaire) au même titre que les céréales, les oléagineux, les fruits et les légumes. Ils peuvent couvrir largement les besoins de l'homme estimés entre 14.2 et 17.5g/jour (Tableau 1). Les graines contiennent essentiellement des fibres complexes plus ou moins solubles (cellulose, hemicellulose, pectine) et d' $\alpha$ -galactosides (raffinose, stachyose, verbascose) qui sont des oligosides hydrosolubles dans l'eau.

Tab. 3. Indice glycémique (IG) moyen des légumes secs en comparaison avec deux aliments céréaliers. D'après (Atkinson et al., 2008)

Aliments	Indice Glycémique (IG)
Pois chiche	28 ± 9
Haricots blancs	24 ± 4
Lentilles	32 ± 5
Pain de mie (blanc)	75 ± 2
Spaghettis (blancs)	49 ± 2

Ces fibres ont la particularité d'augmenter la satiété et aident à stabiliser la glycémie et le taux d'insuline, ce qui réduit les pics hyperglycémiques après les repas et améliore la résistance à l'insuline chez les diabétiques. Ils diminuent aussi l'assimilation des lipides ingérés et favorisent l'élimination du cholestérol dans les selles. Les populations dont la consommation de fibres est élevée connaissent également moins de troubles cardiovasculaires et de maladies coronariennes. La seule contrainte reconnue à ce jour de la consommation des fibres des légumineuses sur la santé est le risque de flatulence au niveau du tube digestif suite à l'ingestion d' $\alpha$ -galactosides fermentescibles et qui sont néanmoins très appréciés pour leurs propriétés prébiotiques (Andriamazaoro, 1994 ; Rabemahefa, 1994 ; Andriamamonjy, 2000 ; Ramaherisoa, 2004 ; Rabearimanana, 2004 ; Souci et al., 2000 ; FAO, 1982 ; Borget, 1989 ; Andriamasinandrainana, 2012 ; Champ et al., 2015).

Enfin, étant riches en fibres, ainsi qu'en glucides complexes et pauvres en lipides et malgré qu'ils renferment des acides gras essentiels de bonnes qualités, les légumineuses produisent une faible énergie (260-360 kcal/100 g poids sec) à combustion constante et lente (Champ et al., 2015).

### 5. Vitamines et minéraux :

En ce qui concerne les vitamines et les minéraux, les légumes secs constituent de bonnes sources en vitamines du groupe B (B1, B2, B3 et B9) et E, et de potassium, de phosphore, de magnésium, de zinc, de manganèse, de calcium et de fer. Ils sont d'un bon apport en acide folique (vitamine B9), qui aide à réduire le risque d'anomalies du tube neural (ATN), comme le spina-bifida chez les nouveau-nés. Leurs teneurs en potassium bien supérieures (900-1200 mg/100 g) à celles des fruits et des légumes, permettent de rétablir facilement l'équilibre sodium/potassium et ainsi de jouer un rôle dans le maintien d'une pression artérielle stable chez les personnes hypertendues. Leurs hautes teneurs en fer font de ces légumineuses des aliments de choix par excellence pouvant prévenir l'anémie ferriprive chez les femmes et les enfants, notamment s'ils sont accompagnés d'autres aliments riches en vitamine C qui améliorent son absorption (fer) (Baba-Aissa, 2000 ; Champ et al., 2015 ; FAO, 2016a ).

### 6. Facteurs antinutritionnels :

En dehors des macronutriments (protéines, glucides, lipides et fibres alimentaires) et des micronutriments (minéraux et vitamines), de nombreux autres composés ont été retrouvés chez les légumineuses secs. Parmi ces composés, plusieurs ont été depuis longtemps qualifiés de facteurs antinutritionnels car ils réduisent la biodisponibilité des macro et des micronutriments et exercent des effets délétères lors de

fortes prises alimentaires chez les animaux domestiques (Champ, 2002).

Certaines de ses substances de nature protéique ou glyco-protéique sont des inhibiteurs de protéases (de la trypsine, de la chymotrypsine, de l' $\alpha$ -amylase, et de la phyto-hémagglutinines ou léctines) susceptibles de provoquer de graves troubles digestifs si l'aliment est consommé particulièrement à l'état cru. D'autres éléments constitutifs non protéiques apparaissent également comme antinutritionnels (tanins, pectines, fibres, saponine etc.). Ils interfèrent avec les antitrypsines et les léctines dans la digestibilité des protéines (Davis, 1981 ; Onwuka, 1983 ; Malewiak, 1992 ; Roeder, 1995). Les graines décortiquées en sont, toutefois, plus pauvres que les graines entières (Champ, 2002).

Les oxalates et les phytates des légumineuses, de nature non protéique, quant à eux, limitent en particulier la biodisponibilité protéique et de certains minéraux constitutifs comme le fer et le zinc. Les oxalates sont toutefois présents en très faibles quantités dans les légumineuses par rapport à certains végétaux verts (par exemple les épinards) et leurs effets néfastes chez l'homme sont rares voire nulles (Champ, 2002). Les phytates en revanche peuvent former avec les protéines des complexes : soit directement avec les protéines par des liaisons de type ionique, soit indirectement par l'intermédiaire d'un cation tel que le calcium, avec les groupements chargés négativement (Wise, 1995). Le type d'interaction directe ou indirecte dépend du pH ; pour des valeurs de pH supérieur au pH isoélectrique des protéines, les phytates se lient d'abord à des cations, tandis que pour des pH inférieurs au pH isoélectrique, les groupements aminés étant chargés positivement, les phytates forment directement des liaisons ioniques avec les protéines. Les complexes phytates-protéines, phytates-minérales-protéines résultant inhibent la digestion et la biodisponibilité des protéines (Harland et Morris, 1995). Les phytates peuvent également entraîner une diminution de la digestibilité de l'amidon, par la formation de liaisons avec les amylases, ou par la chélation du calcium nécessaire pour le bon fonctionnement des amylases, empêchant ainsi ces enzymes d'hydrolyser l'amidon en glucose (Yoon et al., 1983).

Certaines autres substances toxiques, par ailleurs, comme les glycosides cyanogénétiques dont les teneurs sont très négligeables dans les graines de légumineuses couramment consommées peuvent être transformés au cours de la digestion en acide cyanhydrique extrêmement toxique voir même mortelles en cas d'une libération de cyanure (Dada et Dendy, 1987 et Rakipov, 1987).

Le recours aux différents procédés technologiques en vue d'améliorer par voie de conséquence efficacement la valeur nutritionnelle de ces plantes tels les traitements de cuisson à l'eau (hydrothermiques), de cuisson aux infrarouges, de torréfaction, de trempage, de germination et de fermentation semblent aujourd'hui très indispensables et permettent ainsi de détruire totalement ou partiellement ces facteurs antinutritionnels à l'origine des nombreux effets néfastes pouvant affecter la santé humaine et animale (Edem et al., 1994 ; Vijayakumari et al., 1998 ; Alonso et al., 2001 ; Gonzalo et al., 2002 ; Lazaro et al., 2002 ; Razafitsalama, 2006 ; Rahelimidimby, 2011 ; Ouazib et al., 2013 et Champ et al., 2015).

## 7. Autres Composés :

D'autres composés phénoliques qui caractérisent la majorité des plantes dont les isoflavones très réponsus en particulier dans les graines de certaines légumineuses comme le soja peuvent rentrer en ligne de compte pour leurs effets bénéfiques pour la santé et sont considérés comme étant des phytoœstrogènes capables, surtout, de prévenir

certaines cancers hormono dépendants (de la prostate et du sein, plus particulièrement) (Setchell et al., 1984 et Molteni et al., 1995).

Contrairement aux sources protéiques d'origine animale comme la viande ou le lait, les légumes secs ont l'avantage enfin de ne pas contenir de résidus d'hormones ou d'antibiotiques mais peuvent toutefois contenir des résidus de pesticides selon le mode de production dont ils sont issus (FAO, 2016b).

## 8. Conclusion

Les légumes secs accusent un potentiel santé important très recherché par les consommateurs. Ils sont d'une part riches en protéines et en l'un des acides aminés limitant des céréales à savoir la lysine. Et d'autre part, les légumineuses constituent une source très intéressante en vitamines (en particulier B1, B2, B3 et E), en minéraux, en fibres et en glucides à faible indice glycémique qui élèvent faiblement la glycémie post prandiale. A coté de ces constituants nutritionnels, bien d'autres composés bioactifs (tels les isoflavones, polyphénols...etc.) ont été retrouvés chez les légumes secs et sont à l'origine des nombreux vertus thérapeutiques et préventives avérés contre certaines maladies du siècle dont le diabète de type 2 et le cancer.

## Références

- Afssa. (2007). Apport en protéines : Consommation, qualité, besoin et recommandations. *Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (Afssa)*, p 461.
- Alonso R, Rubio L.A, Muzquiz M, Marzo F. (2001). The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Animal Science and Technology*, 94, 1-13.
- Andriamamonjy N. (2000). Valeur nutritionnelle de graines sèches de 7 variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) et de 2 variétés d'amérique (*Vigna umbellata*). (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition). Antananarivo : Université d'Antananarivo., p 76.
- Andriamasinandrainina M. (2012). Etude de la consommation et de la valeur nutritionnelle des graines de légumineuses de l'Androy. *Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'alimentation et de la Nutrition*, Antananarivo : Université d'Antananarivo., pp: 61-64.
- Andriamazaoro H. (1994). Contribution à l'étude de la valeur nutritionnelle de 5 variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*). (Mémoire de DEA de Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition). *Faculté des sciences : Université d'Antananarivo.*, p 86.
- Anses. (2013). Table Ciqua. [https://pro.anses.fr /Table CIQUAL/index.htm](https://pro.anses.fr/Table_CIQUAL/index.htm). Consulté le 17/11/2016.
- Atkinson F.S, Foster-Powell K, Brand-Miller J C. (2008). *International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values*, *Diabetes care.*, 31 (12),2281-2283.
- Baba-Aissa F. (2000) . "Encyclopedie des plantes utiles", *Edition Librairie Moderne-Rouiba*, 256-323.
- Bichon-Safrane L. (1991). Place légumes secs dans l'alimentation et l'équilibre nutritionnel des français aujourd'hui. *LET. SC. FFN.*, 10, 305-312.
- Borget M. (1989). Les légumineuses vivrières tropicales. *Paris: Maisonneuve et Larose.*, p 161.
- Boyardieu J. (1991). Produire des grains oléagineux et protéagineux. *Lavoisier. Tec et Doc.- Paris.*, p234.
- Calet C., (1992). Les Légumineuses sèches: Apport protidique. *Cah. Nut. Diét.*, 27 (2), 99-108.
- Champ M, Anderson J.W et Bach-Knudsen K.E. (2002). Supplement Pulses and Human Health. *Brit. J. Nutr.*, 88(S3), S237-319.

- Champ M. (2002). Non-nutrient bioactive substances of pulses. *Br. J. Nutr.*, *88*, Suppl 3, S307-319.
- Champ M.A, Magrini M.B, Simon N, Le Guillou C. (2015). Les légumineuses pour l'alimentation humaine: apports nutritionnels et effets santé, usages et perspectives. In : Schneider A and Huyghe C. 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. *Editions Quae*, p 615.
- Cuq J. L et Leynaud-Rouaud C. (1992). Les graines de légumineuse. In, Dupin H., Cuq J. L., Malewiak M. I., Leynaud-Rouaud C. 1992. Alimentation et nutrition humaine. *ESF. Paris.*, pp: 941-961.
- Dada L.O et Dendy D. (1987). La teneur en cyanures des céréales germées et effet des techniques de conditionnement. In: Alnwick D., Moses., Schmidtog., *EDS. Pour améliorer l'alimentation des jeunes enfants en Afrique orientale et Australe. Kenya : IDRC.*, pp: 14-107.
- Davis K.R. (1981). Effect of processing on composition of Tetrahymena relative value on green and yellow peas, lentils and white pea beans. *Cereal Chemistry*, *58*, 454-460.
- Edem, D.O, Ekwerere. S, Eka O.U. (1994). Chemical evaluation of the effects of cooking on the nutritive value of Conophor seeds (*Tetracarpidium conophorum*). *Pakistan journal of nutrition*, *8*(3), 225-226.
- FAO. 1982. Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. *FAO-Alimentation et nutrition 20- Rome.*, p 152.
- FAO. 2016a. Les avantages nutritionnels des légumineuses. *Nutrition.*, p 2.
- FAO. 2016b. Les bienfaits pour la sante des légumineuses. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)-Année internationale des légumineuses- Santé., p 2.
- Gonzalo G, Mateos M.A.L, Rosa L. (2002). Traitement de la graine de soja American Soybean Association, 3: 1-48
- Guenguen J. et Lemarie J., (1996). Composition, structure, et propriétés physico-chimiques de Légumineuses et d'oléagineux. In, GODON B. Les protéines végétales. *Lavoisier Tec et Doc. Paris.*, p 666.
- Harland B et Morris E R. (1995). Phytate: a good or a bad food component. *Nutrition Research*, *15*, 733-754.
- Houlbert A. (2015). Les légumineuses, des trésors nutritionnels. *Nutrition. Biolineaires.*, p 141.
- Lazaro R, Mateos G.G, Angeles M.A. (2002). Traitement de la graine de soja., American Soybean Association. p 23.
- Maatougui, M.,E. (1998). La Culture des Légumineuses à Graines. Premier séminaire sur les légumineuses en Algérie". Ain Témouchent. MADR, 2014. Annuaire statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- Malewiak M. (1992). Aliments et Nutriments In : Dupin H., Cuq J-L., Maleiak M.I., Alimentation et nutrition humains. *Paris : ESF éditeur.*, pp: 85-192.
- Molteni A, Brizio-Moldeni L, Persky V. (1995). *In vitro* hormonal effects of soybean isoflavones. *J Nutr.*, *125*, S751-6.
- Ouazib Meriem, Zaidi Farid, Mcintosh Tara, Wanasunara Janitha et Oomah B. Dave. (2013). Effect of soaking, germination, cooking and roasting on nutritional quality of chickpea produced locally and its antinutrients. *24ème Congrès International de l'Association Tunisienne des Sciences Biologiques, 25-28 Mars. Sousse, Tunisie. Communication affichée.*
- Onwuka C.F. (1983). Nutritional evaluation of some Nigerian browse plants in the humid tropics. PHD Thesis. University of Ibadan, Nigerian., p 125.
- Rabearimanana N.O. (2004). Potentialités nutritionnelles de deux variétés de niébé, *Vigna unguiculata*, Une Fabaceae. (*Mémoire de DEA de Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition*). *Faculté des sciences : Université d'Antananarivo.*, p 118.
- Rabemahefa F. (1994). Contribution à l'étude de la valeur nutritionnelle de 5 variétés de pois du cap. (*Mémoire de DEA de Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition*). *Faculté des sciences : Université d'Antananarivo.*, p 103.
- Rahelimandimby H. (2011). Etude de la consommation des légumineuses dans les ménages d'Antananarivo et de l'influence des modes de préparation sur la réduction des teneurs en phytates. (*Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la nutrition*). *Antananarivo : Université d'Antananarivo.*, p 58.
- Rakipov N. (1987). Biochimie des cultures tropicales. Mir, Moscou., p 335.
- Ramaherisoa M. (2004). Potentialités nutritionnelles des graines de voandzou : Utilisation dans l'aliment de complément du jeune enfant. (*Mémoire de DEA de Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et à la nutrition*). *Faculté des sciences : Université d'Antananarivo.*, p 98.
- Razafitsalama N. L. (2006). Evolution des facteurs antinutritionnels de graines de deux variétés de voandzou, mara et fotsy, au cours de la germination. *Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition, Antananarivo : Université d'Antananarivo.*, p 80.
- Roeder E. (1995). Medicinal plants in Europe containing pyrrolizidine alkaloids. *Pharmazie.*, *50* (2), 83-98.
- Setchell KDR, Borriello SP, Hume P, Kirk DN, Axelson M. (1984). Non-steroidal estrogens of dietary origin: possible roles in hormone dependent disease. *Am J Clin Nutr.*, *40*, 569-78.
- Souci, S.W, Fachmann W et Kraut H. (2000). Cereal and cereal flours. In: Garching B. 2000. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie- München, Food composition and nutrition tables. *6ème édition, Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers.*, pp, 523-597.
- Vijayakumari, K, Siddhuraju P, Pugalenth M, Janardhanan K. (1998). Effect of soaking and heat processing on the levels of antinutrients and digestible proteins in seeds of *Vigna aconitifolia* and *Vigna sinensis*. *Food Chemistry.*, *63*, 259- 264.
- Wise A. (1995). Phytate and zinc bioavailability. *International Journal of science and nutrition.*, *46*, 53-63.
- Yakoub Ladjal-Ettoumi ; Hafid Boudries ; Mohamed Chibane ; Alberto Romero. (2015). Pea, Chickpea and Lentil Protein Isolates: Physicochemical Characterization and Emulsifying Properties. *Food Biophysics DOI 10.1007/s11483-015-9411-6: 1-10.*
- Yoon J.H, Thompson L.U, Jenkins D.J.A. (1983). The effect of phytic acid on *in vitro* rate of starch digestibility and blood glucose response. *The American Journal of Clinical Nutrition.*, *38*, 835-842.

## Assessment of physico-chemical and microbiological quality of raw cow milk from Relizane area, Algeria.

MESKINI Zakaria<sup>1\*</sup>, HOMRANI Mounia<sup>1</sup>, DAHOU Abdelkader El-Amine<sup>1</sup>, YEROU Houari<sup>2</sup>,  
BELKACEM Amina<sup>1</sup>, HOMRANI Abdelkader<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Animal Production Sciences and Techniques, University of Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 27000, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Geo-sciences and sustainable development. University of Mascara, 29000, Algeria.

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Algeria,  
Cow,  
Farming,  
Milk,  
Quality.

### ABSTRACT

As a key component of the daily diet of Algerians, milk plays an important role in meeting rising nutritional demands while also ensuring food safety in developing nations such as Algeria. The objectives of this study were to evaluate the physico-chemical and microbiological quality of raw milk and to investigate the dairy cow husbandry practices. The raw milk quality was evaluated in three times. The results showed that raw milk was characterized by a moderate physico-chemical proprieties, fat content ranged between 31.5 to 31.9 g/l and protein level was between 30 to 32.5 g/l. The pH ranged between 7.5 and 7.6. The ranges of lactose (47.1 to 59.7), minerals (6.8 to 8.8), Density (1.031 to 1.032), Dry Degreased Extract (99 to 114.3) were observed. While the raw milk samples were of poor microbiological qualities. Total mesophilic aerobic flora was high in the third sample  $1.13 \times 10^6$  cfu/ml. Fecal coliforms ranged between  $3.77 \times 10^3$  and  $2.28 \times 10^4$  cfu/ml. However, the staphylococci were absent in all samples. The Montbéliarde was the main breed. Dairy cows were kept in a freestall barn and fed with a total mixed ration. The average milk production per cow per day was 28 liters. The findings of this research indicated that the raw milk has a good physico-chemical qualities where as the microbiological quality was under the standards. Indeed, there is a necessity to follow a stricter milking hygiene procedure to produce a raw milk that satisfies quality requirements.

### 1. Introduction

Milk plays an important role in food and nutrition policy in daily life in Algeria. Furthermore, milk is an important meal due to its nutritional value, which provides a large contribution in protein, lipids, and minerals. The average yearly milk consumption per capita is 96,96 kg (Ramdane *et al.*, 2019). Physico-chemical qualities, microbiological quality, nutritional values, sensory properties, technical compliance establish raw milk quality in accordance with consumer needs. Consumers place a high value on milk quality and safety (Hamiti *et al.* 2014). As a result, ensuring good quality and ideal physico-chemical qualities of raw milk is difficult since they are dependent on numerous factors including the feed, health, milking method, hygiene, breed, and season, which are all important factors in milk quality.

Hygienic procedures are necessary to reduce the microbial popula-

tion and minimize new intramammary infections because the teat surface is a potential direct source of microorganisms to the milk (Vacheyrou *et al.*, 2011; Verdier-Metz *et al.* 2012). It is reported by Böhm *et al.* (2017), that the microbial load is lower on the skin of teats disinfected prior to milking compared to teats that are only cleaned. There are many sources of microorganisms that can contaminate teats including, wash water, bedding, soil, hands, milking equipment, contaminated milk and udders (Philpot, 1984).

Cows are kept and managed using various farming practices. Control of animal health, adherence to excellent milking systems, and control of milking parlor clean lines are critical in decreasing the microbial load in raw milk (Bekuma and Galmessa, 2018). Proper housing, nutrition, and equipment assist guarantee that the animals are properly cared for and that enough facilities can handle the cows successfully.

\*Corresponding author.

E-mail address: [meskinivet@gmail.com](mailto:meskinivet@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 13

February 2023; Accepted 01 March 2023

The purpose of this research was to investigate the physico-chemical properties of dairy raw milk by evaluating the fat and protein rate, freezing point and density, and the microbiological quality, by targeting the total mesophilic aerobic flora, staphylococcus aureus, fecal and total coliform. In addition, the management practices of dairy cows farming were assessed.

## 2. Material and methods

### 2-1. Milk analysis

**2-1-1. Sampling method :** The collection of the samples took place at dairy farm in Relizane region, Algeria. To avoid external contamination, raw milk samples were obtained from cooling tank using a ladle ignited with alcohol and placed into sterile bottles. The samples of raw milk were taken in three periods spaced with 2 weeks, 25 April; 09 may; 22 may 2022. In each time two samples were obtained; the first sample of 50 mL was for physico-chemical analyses. While the second sample of 100 mL was for the microbiological quality. Samples were kept and transferred immediately after collection in an isothermal container at 4°C, and the analyses were carried out within three hours.

**2-1-2. Physico-chemical analysis:** The physico-chemical analyses were performed by Lactoscan milk analyzer to determine physico-chemical qualities. standard parameters were measured such as fat, protein, density, mineral matter, dry matter, freezing point and lactose.

### 2-2. Microbiological analysis

**2-2-1. Dilution preparation:** Raw milk sample were homogenized and dilutions up to 10<sup>-6</sup> were prepared in accordance with the ISO standard (NF EN ISO 6887-1) which establishes the general guidelines for the preparation of suspension samples and decimal dilutions for the microbiological inspection of food. The 0.1% peptone water was utilized as a diluent.

**2-2-2. Bacterial enumeration:** Total aerobic mesophilic flora enumeration was performed on Plate Count Agar media according to ISO 22301 standard and incubated for 24 to 72 hours at 30°C. The enumeration of fecal coliforms was performed on a selective medium Violet Red Bile lactose Agar (VRBL) according to ISO 4832 standard. The incubation period was for 24 hours at 30°C. The enumeration of total coliform was carried out on a selective medium Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG) according to ISO 21528-2 guidelines. The incubation period was for 24 hours at 30°C. The enumeration of *Staphylococcus aureus* was performed on Chapman medium and incubated for 24 hours at 37°C.

### 2-3. Dairy cow management

A survey was carried out including in total 60 cows. A visit of the productive environment and an interview with the farmer were done through a questionnaire that included different sections; socioeconomic (name, status, number of employees, utilized agriculture area), livestock (number of animals, breeds of cows), housing system (number of buildings, type of housing), reproduction management, feeding management, milking system.

## 3. Results and discussion

### 3-1. Physico-chemical analysis

The physico-chemical parameters were measured three times and in triplicate. Table 1 shows the results of the physico-chemical analysis of

raw milk. In our study it was found that the fat values were between 31.5 and 31.9 g/l, the highest value was in the third analyze 31.9 g/l and the lowest value was in the first analysis 31.5 g/l. It was also observed that the protein of raw milk samples ranged between 30.8 and 34.9g/l. The pH of raw milk was between 7.51 and 7.3. The sample tested were found to have a density 1.032. Concerning lactose content, the values were different in each analysis and the highest value were recorded in the second analysis.

**Tab. 1.** Raw milk physico-chemical parameters .

Parameters	1 <sup>st</sup> Analyze	2 <sup>nd</sup> Analyze	3 <sup>rd</sup> Analyze
Fat content (g/l)	31,5	31,75	31,9
Protein content (g/l)	30 ,8	34,9	32,5
Density	1,032	1,031	1,032
Minerals	6,8	8,8	7,5
Lactose (g/l)	47,1	59,7	51,7
Dry Degreased Extract (g/l)	99,9	114,3	106,3
Freezing point (°C)	-0,54	-0, 74	-0, 61
pH	7,63	7, 54	7, 51

The fat content of milk is an essential milk quality criterion since it impacts its nutritional value. However, the most variable component of bovine milk is fat. The fat content of milk changes mostly depending on food and lactation stage. Fat content of raw milk was lower in comparison to the Algerian standard which should be 34 g/l. Also, it was lower than that recorded in Guelma region 37.2g/l (Bousbia et al., 2018) and in Djelfa region which was on average 36.6 g/l (Hamiroune et al., 2019).

The freezing point of raw milk is constant, with breed, lactation stage, and season very slightly influencing it. Although somewhat bigger differences might be predicted if cows are underfeeding or do not have free access to drinking water (Bhandari and Singh, 2011), the freezing point test is extensively used to identify water adulteration in milk, because it is proportional to the amount of water in milk. In Algeria, a freezing point of -0.51°C or below is typically considered as the norm for unadulterated raw milk. In our study the freezing point was in accordance with Algerian norms and ranged between -0.54 to -0.74°C.

Protein content of milk was slightly higher than the value of raw milk collected in the Guelma region, which was 29.42 g/l (Bousbia et al., 2018), and in similar to raw milk analyzed in the nord-east of Algeria which was 32.8 g/l (Matallah et al., 2017).

Lactose is the primary sugar found in milk and serves as the substrate for lactic fermentation. The rate of lactose in our study was higher than recorded in the study of Bousbia et al. (2018) which was 44.1 g/l on average.

Measurement of milk pH is crucial in testing for impurity, degradation, and mastitis infection signs. Fresh milk has a pH of roughly 6.7. When the pH of the milk falls below 6.7, it often deteriorates due to bacterial decomposition. Overall, the pH values recorded were higher, ranging between 7.51 and 7.63, than the standards of 6.7.

One of the key approaches for determining milk adulteration is determining its density. The density of milk changes depending on the action of all elements in its composition. While increasing fat content reduces density, increasing protein, lactose, and mineral content and/or lowering fat content increases density. The value of den-

sity was in agreement with the Algerian standards of 1.028 to 1.033.

### 3-2. Microbiological analysis

Microbiological results showed in table 2 indicate that the total aerobic mesophilic flora count was high and above standards, with a high value recorded in the first analysis  $8.19 \times 10^5$ . The fecal coliform count varied between the three analyses; the first analyze showed an absence of fecal coliform, where as in the second and third analyses was highly contaminated. Concerning the total coliform count was quite high in all three analyze. It should be noted that the staphylococci were not found in all examined raw milk samples.

**Tab. 2.** description of different flora enumeration.

Flora	1 <sup>st</sup> Analyze	2 <sup>nd</sup> Analyze	3 <sup>rd</sup> Analyze
TMAF	$8,19 \times 10^5$	$2,41 \times 10^5$	$1,13 \times 10^6$
Fecal coliform	Abs	$3,77.10^3$	$2,28 \times 10^4$
Total coliform	$1,91 \times 10^5$	$3,49 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs

The presence of numerous pathogenic microorganisms can be indicated by a high total bacterial count in raw milk, and ingestion of pasteurized or boiling milk from this milk may result in the swallowing of heat-resistant toxins from microorganisms. The large overall quantity of microorganisms not only endangers human health, but also generates significant economic losses in the region. The Algerian legislation considers that a load greater than  $3 \times 10^6$  cfu/ml indicates significant contamination.

The TMAF informs on the global quality of milk, the temperature of conservation, as well as the level of hygiene. In our study the TMAF was in the limit of the acceptable level by the Algerian legislation. In addition, the TMAF was similar with other study conducted in Algeria, Aggad et al. (2009) reported an average of  $83 \times 10^4$  and Bachtarzi et al. (2015) reported an average of  $28.8 \times 10^6$  CFU ml-1.

The absence of fecal coliforms in the first assay suggests that milking hygiene was good. However, in the second and third analyses, they are greater than the Algerian norms of  $10^3$  CFU ml-1. The presence of fecal coliforms is thought to be an indicator of fecal contamination; hence it is more of a sign of inadequate hygiene management and contamination of milk by manure or insufficient milking cleanliness. Indeed, the fecal coliform in our study was higher than the average of 170 cfu ml-1 reported by Ghazi and Niar (2011) in the region of Tiaret, and lower than that recorded in the study of Sassi et al., (2018) in Relizane area ( $5.2 \times 10^3$  cfu ml-1).

Coliform count is critical in the dairy products since coliforms represent contamination in milk, soil, and water, as well as inadequate hygiene procedures. As a result, several nations have set legal limitations for the presence of coliforms in milk and dairy products. Total coliform enumeration results varied significantly between samples, with a load of  $3.3 \times 10^5$  exceeding the required standard of 103cfu/g. These findings are higher in comparison with the study of Matallah et al. (2017) who reported a load of  $4,7 \times 10^4$  cfu/mL. These bacteria are sensitive to heat, and their presence is linked to fecal contamination.

It should be emphasized that all three milk samples were negative to staphylococci. This implies appropriate sanitary behavior at the time

of sampling procedures as well as the animal's overall health. The presence of staphylococci might be attributed to the prevalence of staphylococcal mastitis in dairy farms. In addition, it was reported that staphylococcus are the main bacterial species responsible of mastitis (Meskini et al., 2021b).

### 3-3. Dairy cow management

The survey included 60 dairy cows, 15 heifers, 17 calves, and 2 bulls. The studied farm had two buildings. The first for cows and heifers, while the second was for calves and bulls. Natural light and ventilation were used inside the buildings, and during the hot season the farmer used a mechanical ventilation to minimize high temperature in the building. The housing system used was the Freestall system, and a rubber mat was used as bedding for the cows.

The farm feed dairy cows with a total mixed ration, dairy cow feed included corn silage with 30 kg, concentrate feed 8 kg, and straw 2 kg. The milking system was mechanical, cows were milked twice a day in milking parlor. The daily milk production of dairy cows was on average 28 l per cow. Farmer used natural service as a main method to inseminate cows, farmer detects heat through direct observation. Concerning heifers, they were accepted on breeding program when they reach a weight of 450 kg, which was usually around 12 months of age.

The farm overall utilized agricultural area was 2 ha, which is less than the 7.47 ha recorded in the same region (Meskini et al.,2020). Concerning the cow population was higher than the average recorded in Mostaganem 11.44 heads (Meskini et al.,2022). Montbeliarde was the main breed on farm, in difference with the study of Yerou et al. (2019) who reported that the Holstein was the main breed in western Algeria. Like the majority of farmers in Algeria natural service was the main breeding method used (Benidir et al., 2020; Meskini et al., 2021a).

## 4. Conclusion

The results of our study show an overview of the physico-chemical, microbiological quality of raw milk and furthermore cattle management. The raw milk samples were found to have a moderate nutritional quality, as well as an acceptable level of total mesophilic aerobic flora, absence of staphylococci. However, the total and fecal coliform were above the limit authorized by the legislation of our country. The dairy cow management has several critical points, absence of forage area, use of only natural service and a bad estrus detection system. Our results revealed that the raw milk can present a potential risk for consumers, the hygienic quality of raw milk must be considerably improved. Hygienic procedures such as pre-dipping, for-stripping and post-dipping, wearing gloves while milking, and adhering to milk storage conditions should be updated to meet the standards hygienic rules in dairy farms .

## References

- Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed, Ammar, Y., Kihal, M. (2009). Assessment of milk hygienic quality in western Algeria. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160: 590-595.
- Bachtarzi, N., Amourache, L., Dehkal, G. (2015). Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert-type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 17: 34-42.
- Bekuma, A., &Galmessa, U. (2018). Review on hygienic milk products practice and occurrence of mastitis in cow's milk. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 18(2), 1-11.
- Benidir, M., Belkheir, B. &Bousbia, A., 2020. Cattle husbandry practices management adopted by dairy farmers in Eastern semi-arid region of Algeria: A study of Setif Area. *Indian J. Anim. Res.* 54, 116-121
- Bhandari, V. & Singh, H. (2011): Analytical methods: physical methods. -in: Fuquay, J.W., Fox, P.F. &Mcsweeney, P.L.H. (Eds) Encyclopedia of dairy sciences, Vol. 1. Academic Press, London, UK, pp. 248-255.
- Böhm, F., Wente, N., Krömker, V. (2017). The efficacy of a foaming iodine-based pre-milking teat disinfectant. *Milk Science International – Milchwissenschaft*, 70, 6-9.
- Bousbia, A., Boudalia, S., Gueroui, Y., Belaize, B., Meguelati, S., Amrouchi, M., ... &Benidir, M. (2018). Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37(3), 192-196.
- Ghazi, K., Niar, A. (2011). Hygienic quality of raw cow's milk in the different farms of Tiaret region, Algeria. *Tropicicultura*, 29: 193-196.
- Hamiroune, M., Dahmani, S., Kasmi, Z., Foughalia, A., & Djemal, M. (2019). Evaluation of the Physicochemical Quality of Raw Bovine and Goat Milk Marketed in the Steppic Region of Djelfa (Algeria). *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine*, 76(1).
- Hamiti, X., Ilirjana, B., Pranvera, L., Bardhi, G., & Xinxo, A. (2014). Physicochemical quality of raw milk from dairy factories in 5 Albanian regions. *Journal of Natural and Technical Science*, 19, 47-53.
- Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K. N., & Boukhris, R. (2017). Qualités physico-chimique et microbiologique de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11).
- Meskini, Z., Rechidi-sidhoum, N., Bounaama, K., Dahou, A. E., &Homrani, A. (2021a). Management practices on dairy cattle breeding farms in north-west of Algeria. *Anim. Sci. Biotechnol.*, 54, 237-242.
- Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Dahou, A. E. A., Bounaama, K., &Homrani, A. (2020). Characteristics and typology of dairy cattle farming systems in west region of Algeria. *Scientific Papers Series-Management, Economic Engineer. Agric. Rural Developm*, 20, 361-368.
- Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Yerou, H., Abbad, A., & Homrani, A. Typology, productivity and socio-economic profile of dairy farms in Mostaganem province, Algeria. *Appl. Anim. Husb. Rural Develop.* 15 (1), 10-18.
- Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Zouaoui, K., Bounaama, K., &Homrani, A. (2021b). Infectious aetiologies of subclinical bovine mastitis and antimicrobial susceptibility on northwest of Algeria. *Veterinaria*, 70(3), 311-323.
- Philpot, W. N. (1984). Mastitis management. 2nd Ed. Babson Bros. Co., Oak Brook, IL.
- Ramdane, S., Brahim, M., Tlemsani, A., Djermoun, A., &Hadjsadok, T. (2019). Quelles disparités de consommation du lait et produits laitiers en Algérie à travers les régions ? *Agrobiologia*, 9(1), 1449-1457.
- Sassi, E., Attou, S., Homrani, A., &Nemiche, S. (2018). Effect of the Season on the Microbiological quality of Raw cow's milk on the farm in Western Algeria. *Adv. Biores. Adv. Biores*, 9(3), 108-122.
- Vacheyrou, M., Normand, A.-C., Guyot, P., Cassagne, C., Piarroux, R., & Bouton, Y. (2011). Cultivable microbial communities in raw cow milk and potential transfers from stables of sixteen French farms. *International Journal of Food Microbiology*, 146(3), 253-262.
- Verdier-Metz, I., Gagne, G., Bornes, S., Monsallier, F., Veisseire, P., Delbès-Paus, C., & Montel, M.-C. (2011). Cow Teat Skin, a Potential Source of Diverse Microbial Populations for Cheese Production. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(2), 326-333.
- Yerou, H., Homrani, A., Benhanassali, A., &Boussedra, D. (2019). Typological assessment of dairy farms systems in semi-arid Mediterranean region of western Algeria. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 35(4), 335-346.



## ***Phoma betae* endophytic fungi isolated from *Anabasis prostrata* roots confers barley salt stress tolerance through amelioration of ion homeostasis and water status .**

Rabiaa KOUADRIA<sup>1,2</sup>, Mohammed BOUZOUINA<sup>2\*</sup>, Brahim LOTMANI<sup>2</sup>, Samira SOUALEM<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Higher School of Agronomy, Kharrouba-Mostaganem 27000, Algeria

<sup>2</sup> Plant Protection Laboratory, Abdelhamid IBN Badis – Mostaganem University, Kharrouba, 27000 Mostaganem, Algeria.

<sup>3</sup> Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-arid Areas Laboratory, Ibn Khaldoun – Tiaret University, Kharrouba, 14000 Tiaret, Algeria.

### ARTICLE INFO

#### Keywords :

*Anabasis prostrata* ;  
 Barley ;  
 Endophytes ;  
*Phoma betae* ;  
 Salinity ;  
 Stress tolerance .

### ABSTRACT

High salinity mitigates crop productivity and quality. Endophytic fungi have been shown to improve plants salinity tolerance. This study investigated efficiency of *Phoma betae*, isolated from *Anabasis prostrata* Pomel. roots collected from saline soil (EC = 8dS/m), under increasing salinity levels (EC = 2.5; 8 and 14dS/m) on emergence rate, biomass production, ion homeostasis (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) and leaf relative water content (RWC) of barley.

Results revealed a positive influence of *Ph. betae* on barley salinity tolerance. Barley emergence on heavily salted soil (14dS/m) was improved by *Ph. betae* (86.67%), compared to 60% recorded by control. Inoculated barley has a higher aerial dry matter (2.24g under EC = 8dS/m) as well as leaf water relative content (85.69% under EC = 14dS/m). *Ph. betae* improved K<sup>+</sup> uptake (104.46ppm) and reduced Na<sup>+</sup> accumulation (44.86ppm) under EC = 14dS/m. Taken together, results demonstrate the beneficial role of *Ph. betae* in improving plant growth and salt stress tolerance in barley.

## 1.Introduction

Salinity is an abiotic stress that affects crop production by inducing osmotic and/or ionic imbalance and germination by inducing toxicity, reduction in water availability, immobilization of stored reserves and modifying the structural organization of proteins (Ibrahim, 2016).

To combat salinity, tolerant varieties can be developed through traditional or molecular techniques, but the first is time consuming, while the second is highly expensive. For a rapid expansion of human population and demands for food, it is necessary to discover mechanisms that are cheap and quick. In this regard, the use of alternative methods like plant promoting endophytes can be effective in achieving normal plant growth under salt stress (Bilal *et al.*, 2018; Ikram *et al.*, 2018).

Plants are rich by endophytic fungi (Ismail *et al.*, 2018; Mehmood *et al.*, 2019). Endophytes are microbial communities that reside in the host tissues without affecting physiological plant functions and causing disease symptoms (Bacon and White, 2000). Rehman *et al.* (2017) have demonstrated the positive role of endophytic fungi in growth promotion of host under biotic and abiotic stress.

Endophytic fungi can stimulate plant growth, increase nutrient uptake, plant fitness, inhibit pathogen attack and reduce abiotic stress (Jan *et al.*, 2019). Endophytes can also regulate plant physiological activities against abiotic stresses, including salinity by producing plant hormones (gibberellins, auxin, cytokinins, abscisic acid) and secondary metabolites (Hussain *et al.*, 2018). Some of endophytes induce host plant salt tolerance by increasing antioxidants levels (Hamayun *et al.*, 2017) or controls osmo and stomatal regulation (Hardoim *et al.*, 2015).

\*Corresponding author.

E-mail address: [mohamed.bouzouina@univ-mosta.dz](mailto:mohamed.bouzouina@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 13 February 2023;

Accepted 01 March 2023

Among the endophytic fungi, *Piriformospora indica* maintains the Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> homeostasis under salt stress in *Arabidopsis* (Arshad et al., 2017). In addition, the endophytes *Phoma glomerata* and *Penicillium sp.* significantly increased plant biomass, related growth parameters, assimilation of essential nutrients (potassium, calcium, magnesium,...) and reduced sodium toxicity in Cucumber plants under salinity (Waqas et al., 2012).

Keeping the potential benefits of endophytes in view, the present study has been designed to screen the role of endophytic fungus, *Phoma betae*, in alleviating salt stress in barley seedlings.

## 2. Materials and methods :

### 2-1. Isolation and identification of endophytic fungus:

The collection of *Anabasis prostrata* Pomel plant samples was performed in a saline area of Relizane (Lat. 35° 47' 46"N, Long. 0° 33' 11", Alt. 50m), Algeria. The collected plants were washed thoroughly in the laboratory under the tap water. Roots from the cleaned plants were detached, cut into small pieces. Sodium hypochlorite (NAOCL, 5%) treatment for 3 min, followed by sterile water thrice for 1min was used to sterilize the segments (Larran et al., 2007). Root pieces were placed on Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) supplemented after autoclaving with 15mL/L of amoxicillin. Petri dishes were put in an incubator at 27°C for one week to allow endophytic growth. The emerged fungal colonies were separated and cultured on potato-dextrose agar medium and incubated for another 7 days at 25 °C and the process was repeated till the collection of pure cultures or colonies.

Based on spore morphology, internal transcribed spacer (ITS) and 18S sequence analysis, strain 4 is *Phoma betae* (Kouadria et al., 2018a).

### 2-2. Screening of *Phoma betae* for barley salinity stress tolerance :

Soils used in the experiment are naturally salty soils collected from areas with different degrees of salinity (Plot1: <4 dS m<sup>-1</sup>, Plot2: from 4 to 8 dS m<sup>-1</sup> and Plot3: from 8 to 16 dS m<sup>-1</sup>) located in Algerian West (Lat. 35°47'046"N, Long. 0°33'011", Alt. 50 m), and their electrical conductivity was calculated by the National Institute of Soils, Irrigation and Drainage, El Matmar, Relizane, Algeria.

For the cylinders experiment, soil was sterilized and transferred to the cylinders. Healthy seeds of barley variety SAIDA 183 were surface sterilized with Sodium hypochlorite (5%) for 3 min. The seeds were rinsed thrice with ddH<sub>2</sub>O to remove traces of Sodium hypochlorite. Seeds were inoculated by immersion in a total imbibition volume of distilled water (control) or *Phoma betae* inoculum containing 107 spores/mL for 24h, after which they were immediately placed into PVC cylinders (19 cm diameter and 50cm length). The experiment was carried out in triplicate and each replicate comprised of 1 cylinder with 10 seedlings (total = 10 × 1 × 3 = 30 seedlings per treatment). All the cylinders were kept in greenhouse. The experiment was conducted as a factorial design in randomized blocks with two factors. The first factor had two levels: seedlings inoculated with *Ph. betae*, and non-inoculated treatment (control). The second factor had three levels of soil salinity: unsalted soil with EC=2.5dS/m, moderate and severe salty soils with EC=8 and 14dS/m, respectively.

### 2-3. Measurements

**2-3-1. Growth parameters:** Emergence rate was determined 15 days after treatment, noting that it remained unchanged after 28 days of experimentation.

The harvested barley plants were washed with distilled water, thereafter; they were blotted dry gently on a paper towel and dried for 48 h at 80°C for determination of dry weight (DW).

**2-3-2. Relative water content:** Relative water content (RWC) was measured according to Scippa et al. (2004) and calculated as follows:

$$RWC (\%) = [(FW - DW)/(TW - DW)] \times 100.$$

Where FW = fresh weight; DW= dry weight; TW= turgid weight.

**2-3-3. Mineral analysis:** Dried leaf powder (50 mg) was digested by using 2 ml of nitric acid (35%) and 10 mL of 80% hydrochloric acid (0.1N) and the mixture was diluted with sterile H<sub>2</sub>O to 50 mL. The K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> contents were determined by flame photometry (Model Jenway PFP7, UK) following the methods previously reported by Chapman and Pratt (1961).

### 2-4. Statistical analysis

Analysis of variance (ANOVA) was carried out, using Statbox v6.4 statistical software. Data were represented as mean ± standard deviations. P < 0.05 shows a significant effect. The purpose of these tests was to identify statistically significant effects and interactions among various test and control treatments.

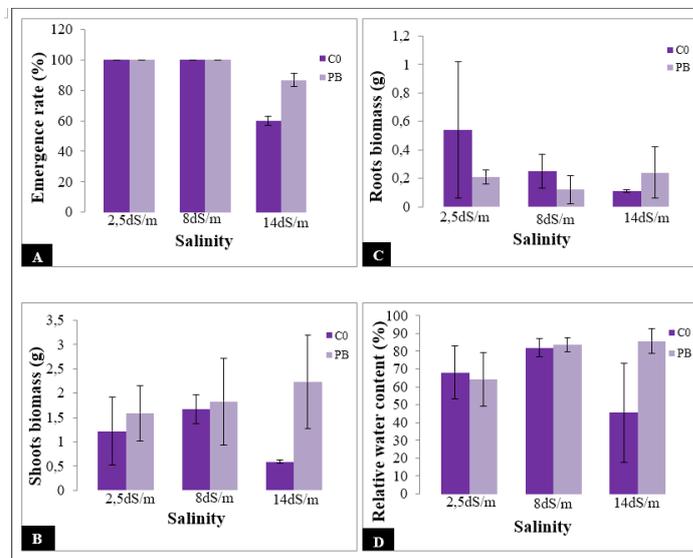
## 3. Results

### 3-1. Emergence rate and biomass

Result revealed a significant (P < 0.05) increase in emergence rate in *Ph. betae* inoculated barley plants under soil salinity 14dS/m (86.67%) as compared to the control (60%).

As shown in Fig. 1A a total emergence was recorded by inoculated and non-inoculated barley cultivated on unsalted soil (2.5ds/m) and moderate salinity (8dS/m).

Similarly, shoots biomass of inoculated plants have been significantly (P < 0.05) higher, whereas the control plants have lower shoots at all tested salt stress levels (Fig.1B).



**Fig. 1.** Effect of salinity (CO) × *Phoma betae* (PB) interaction on barley (A) Emergence rate, (B) Shoots biomass, (C) Roots biomass and (D) Relative water content.

Moderate and high salinities negatively affected roots biomass. Moreover, under high salinity conditions, inoculated barley plants exhibited better roots biomass production ( $0.24 \pm 0.1g$ ) as compared with non-inoculated barley plants ( $0.11 \pm 0.01g$ ) (Fig.1C).

### 3-2. Relative water content

In the present study based on ANOVA result, control and *Ph. betae* associated barley plants differed significantly ( $P < 0.05$ ) in relative water content (Fig.1D). *Ph. betae* inoculated barley plants retained higher relative water contents (RWC), and a maximum of  $85.69 \pm 7.12\%$  was obtained when exposed to high salinity.

### 3-2. Ion content

Barley plants exhibited increased  $Na^+$  contents and reduced  $K^+$  levels under salinity stress (8 and 14 dS/m) as compared with control plants. However, under saline conditions, *Ph. betae* inoculation significantly mitigated the uptake of  $Na^+$  ( $44.86 \pm 4.67$  ppm) and enhanced the accumulation of  $K^+$  ( $104.64 \pm 40$  ppm) under high salinity (14 dS/m) inside barley cells, as compared with non-inoculated barley plants (Fig.2 A and B).

To examine the ionic burden of tissues, we examined the  $Na^+/K^+$  ratio in plant tissues that were colonized versus those uncolonized by *Ph. betae*. The endophyte-colonized plants had a significantly lower  $Na^+/K^+$  ratio ( $0.43 \pm 0.6ppm$ ) than the uncolonized control plants ( $0.62 \pm 0.5$  ppm) under high salinity stress (14 dS/m).

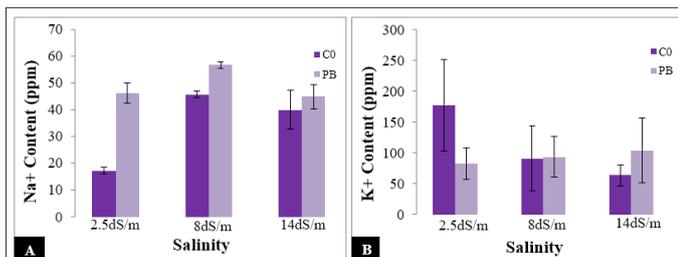


Fig. 2. Effect of salinity (CO)  $\times$  *Phoma betae* (PB) interaction on (A)  $Na^+$  and (B)  $K^+$  barley Leaves contents.

## 4. Discussion

Salinity is a critical factor that severely affects plant growth and metabolism (Deinlein et al., 2014). Plants are susceptible in their response to moderate salt stress, increases ionic imbalance inside organs, arresting plant growth, productivity and creates water deficiency (Mahmood et al., 2012). Those findings are consistent with our study which indicated that salt exposure declined growth rate relative to non-saline conditions. Current study supports the concept that beneficial endophytic association enhances plants growth and metabolism under salt stress. Strikingly, inoculation with *Ph. betae* significantly alleviated the damage induced by salt treatment for inoculated plants when compared to non-inoculated barley. Baltruschat et al. (2008) confirmed that Fungal symbiosis has shown to moderate some physiological processes and tolerance to salt stress.

These results suggested that *Ph. betae* play a pivotal role in barley salt stress tolerance. *Ph. betae* inoculation significantly improved plant growth and biomass yield under salt stress. Symbiotic relationship can enable the host plants to survive with stress, gain biomass and improve plant metabolism (Rubio et al., 2017; Kouadria et al., 2018b; Bouzouina et al., 2020). Endophytic fungal association via gibberellins and

indole acetic acid can improve plant growth under salt stress (Kumar et al., 2017) and mitigate salt stress toxic effects on plants (Zhang et al., 2016). Ghorbani et al. (2019) showed that NaCl treatments reduced biomass production non-inoculated tomato plants; however, *P. indica*-inoculated plants had higher biomass, which indicates the positive effect of *P. indica* inoculation on tolerance of tomato plants under salt stress.

Measurement of RWC reflects the water status of plants and helps to indicate plant responses to salt stress (González and González-Vilar, 2003). Plant growth and development depend on the leaves relative water contents, as salt stress initiate water deficit inside plant tissues (Munns and Tester, 2008). Current study revealed that salinity stress decreased the relative water content (RWC), causing water uptake reduction. The negative effect on water and nutrients uptake was induced by an increase in soluble salts causing osmotic effects and toxicity (Jiang et al., 2014).

On the other hand, The Current findings suggested that *Ph. betae* inoculated plants had higher water content, which is in close agreement with that of Zhang et al. (2016). Richardson et al. (2009) proposed that fungi associated plants fetch higher water contents from sources inaccessible to control plants. Symbiotic-interaction of *Trichoderma reesei* with wheat plants can improve its physiological processes and increase water content (Ikram et al., 2019).

Results showed an increase in  $Na^+$  content accompanied with a significant decrease in  $K^+$  content was observed in barley leaves with increasing salt concentration compared to the non-treated plants. Hu et al. (2012) have indicated that plants subjected to salt stress absorb  $Na^+$  ions more than  $K^+$  ions.

Excessive sodium levels can induce toxic influence on cell metabolism and decline photosynthesis (Mahajan and Tuteja, 2005). Therefore, maintaining ionic homeostasis and high  $K^+$  concentration is the most important mechanisms for regulating plants osmotic potential under salt stress (Evelin et al., 2009).

The application of *Ph. betae* increased  $K^+$  and significantly decreased  $Na^+$  concentration, thereby maintaining a lower  $Na^+/K^+$  ratio in *Ph. betae*-inoculated barley, compared to non-inoculated plants.

Li et al. (2017) exhibited that fungi can protect plants from the negative effects of excess salt ions by alleviating  $Na^+$  plant uptake under saline condition which may be involved in enhancing plant salt tolerance by maintaining a low  $Na^+/K^+$  ratio and ionic balance.

*Piriformospora indica* can improve tomato plants salt stress tolerance by increasing  $K^+$  accumulation and maintaining  $Na^+/K^+$  homeostasis (Ghorbani et al., 2019).

According to Zhu et al. (2016) *Piriformospora indica*, by reducing  $Na^+$  absorption in leaves as photosynthetic parts, protects the photosynthetic apparatus and increases the carbon assimilation in plants under salinity stress.

## 5. Conclusion

In conclusion, results showed that *Ph. betae*, appears to confer barley salt tolerance through altering morphological and physiological indexes. In current study, *Ph. betae* was employed to accelerate plant growth and alleviate salt stress, which involved several mechanisms. *Ph. betae* mediated plant tolerance to salinity through: (i) *Ph. betae* have promoted plant growth and biomass production; (ii)

exhibited significant increases in RWC; (iii) mitigated Na<sup>+</sup> uptake, enhanced K<sup>+</sup> accumulation and maintained the appropriate Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio, and re-established ion homeostasis. Since *Ph. betae* has no host specificity, the high potential of this fungus in permitting plants to stimulate stress response systems, by enhancing plant tolerance to salt stress provides an effective strategy for remediating the salinity soil.

## References

- Arshad, M., Gruber, M.Y., Wall, K., & Hannoufa, A. (2017). An insight into microRNA156 role in salinity stress responses of alfalfa. *Frontiers in Plant Science*, 8. DOI: [10.3389/fpls.2017.01901](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01901)
- Bacon, C.W. and J. White. (2000). *Microbial Endophytes*. Boca Raton, FL: Marcel Dekker, CRC Press. ISBN 9780824788315.
- Baltruschat, H., J. Fodor, B.D. Harrach, B. Barna, G. Gullner, A. Janeczko et al. (2008). Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. *New Phytol.* 180: 501–510. doi: [10.1111/j.1469-8137.2008.02583.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02583.x)
- Bilal L., S. Asaf, M. Hamayun, H. Gul, A. Iqbal, Ullah I, I.J. Lee and A. Hussain. (2018). Plant growth promoting endophytic fungi *Asprgillus fumigatus* TS1 and *Fusarium proliferatum* BRL1 produce gibberellins and regulates plant endogenous hormones. *Symbiosis*. 76:117–127.
- Chapman, H.D. and P.F. Pratt. (1961). *Methods of Analysis for soils, plants and water*. Univ. California, Public Division of Agricultural Sciences, Berkeley, CA, USA. 150-179.
- Deinlein, U., A.B. Stephan, T. Horie, W. Luo, G. Xu and J.I. Schroeder. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in Plant Science* 19: 371-379.
- Evelin, H., R. Kapoor and B Giri. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Ann. Bot.* 104: 1263–1280. doi: [10.1093/aob/mcp251](https://doi.org/10.1093/aob/mcp251)
- Ghorbani, A., V.O.G. Omran, S.M. Razavi, H. Pirdashti and M. Ranjbar. (2019). *Piriformospora indica* confers salinity tolerance on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) through amelioration of nutrient accumulation, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis and water status. *Plant Cell Reports*. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019. doi.org/10.1007/s00299-019-02434-w.
- González, L., M. González-Vilar. (2003). Determination of Relative Water Content. In *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*. Edited by: Roger MJR. Netherlands: Springer: 207-212.
- Hamayun, M., A. Hussain, S.A. Khan, H.Y. Kim, A.L. Khan, M. Waqas, M. Irshad, A. Iqbal, G. Rehman and S. Jan. (2017). Gibberellins producing endophytic fungus *Porostereum spadiceum* AGH786 rescues growth of salt affected soybean. *Front Microbiol.* 8: 686.
- Hardoim, P.R., L.S. Van Overbeek, G. Berg, A.M. Pirttilä, S. Compant, A. Campisano, M. Döring and A Sessitsch. (2015). The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiol Mol Biol Rev.* 79: 293–320.
- Hu, L., T. Hu, X. Zhang, H. Pang and J. Fu. (2012). Exogenous glycine betaine ameliorates the adverse effect of salt stress on perennial ryegrass. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 137: 38–46.
- Hussain, A., M. Hamayun, H. Rahman, A. Iqbal, M. Shah, M. Irshad, M. Qasim and B. Islam. (2018). Bioremediation of hexavalent chromium by endophytic fungi; safe and improved production of *Lactuca sativa* L. *Chemosphere*. 211: 653–663.
- Ibrahim, E.A. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *J Plant Physiol.* 192:38–46.
- Ikram, M., N. Ali, G. Jan, A. Iqbal, M. Hamayun, F.G. Jan, A. Hussain and I.J. Lee. (2019). *Trichoderma reesei* improved the nutrition status of wheat crop under salt stress, *Journal of Plant Interactions*, 14: 590-602, DOI:[10.1080/17429145.2019.1684582](https://doi.org/10.1080/17429145.2019.1684582)
- Ikram, M., N. Ali, G. Jan, F.G. Jan, I.U. Rahman, A. Iqbal and M. Hamayun. (2018). IAA producing fungal endophyte *Penicillium roqueforti* Thom., enhances stress tolerance and nutrients uptake in wheat plants grown on heavy metal contaminated soils. *PLoS One.* 13: e0208150.
- Ismail, M., A. Hamayun, A. Hussain, S.A. Iqbal, A. Khan and I.J. Lee. (2018). Endophytic fungus *Aspergillus japonicus* mediates host plant growth under normal and heat stress conditions. *BioMed Res Int.* (2018): 1–11.
- Jan, F.G., M. Hamayun, A. Hussain, G. Jan, A. Iqbal, A. Khan, and I.J. Lee. (2019). An endophytic isolate of the fungus *Yarrowia lipolytica* produces metabolites that ameliorate the negative impact of salt stress on the physiology of maize. *BMC Microbiol.* 19: 3.
- Jiang, X., W. Qi, X. Xu, Y. Li, Y. Liao and B. Wang. (2014). Higher soil salinity causes more physiological stress in female of *Populus cathayana* cuttings. *Acta Ecol Sin.* 34: 225-231.
- Kouadria, R., Bouzouina, M., Azzouz, R. and Lotmani, B. (2018). Salinity stress resistance of durum wheat (*Triticum durum*) enhanced by fungi. *Int. J. Biosci.* 12: 70-77.
- Kouadria, R., M. Bouzouina and B. Lotmani. (2018b). Isolation and identification of endophytic fungi on plants growing in salt environments, using ITS and 18S molecular methods. *Plant Archives* 18: 1835-1840.
- Bouzouina M., R. Kouadria, and B. Lotmani. (2020). Fungal endophytes alleviate salt stress in wheat in terms of growth, ion homeostasis and osmoregulation. *Journal of Applied Microbiology* 130: 913-925.
- Kumar, K., K. Manigundan and N. Amaresan. (2017). Influence of salt tolerant *Trichoderma* spp. on growth of maize (*Zea mays*) under different salinity conditions. *J Basic Microbiol.* 57: 141–150.
- Larran S., A. Perelló, M.R. Simón and V. Moreno. (2007). The endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum* L.). *World J. Microbiol. Biotech.* 23: 565-572.
- Li, X., S. Han, G. Wang, X. Liu, E. Amombo, Y. Xie and J. Fu. (2017). The Fungus *Aspergillus aculeatus* Enhances Salt-Stress Tolerance, Metabolite Accumulation, and Improves Forage Quality in Perennial Ryegrass. *Front. Microbiol.* 8: 1664. doi: [10.3389/fmicb.2017.01664](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01664)
- Mahajan, S. and N. Tuteja. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444, 139–158. doi: [10.1016/j.abb.2005.10.018](https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018)
- Mahmood, M., S.S. Bidabadi, C. Ghobadi and D.J. Gray. (2012). Effect of methyl jasmonate treatments on alleviation of polyethylene glycol- mediated water stress in banana (*Musaacuminata* cv. 'Berangan', AAA) shoottip cultures. *Plant Growth Regul.* 68, 161–169. doi:[10.1007/s10725-012-9702-6](https://doi.org/10.1007/s10725-012-9702-6)
- Mehmood, A., A. Hussain, M. Irshad, M. Hamayun, A. Iqbal, H. Rahman, A. Tawab, A. Ahmad and S. Ayaz. (2019). Cinnamic acid as an inhibitor of growth, flavonoids exudation and endophytic fungus colonization in maize root. *Plant Physiol Biochem.* 135: 61–68.
- Munns, R. and M. Tester. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Ann Rev Plant Bio,* 59: 651-681.
- Rehman, G., M. Hamayun, A. Iqbal, S.A. Khan, H. Khan, A. Shehzad, A.L. Khan, A. Hussain, H.Y. Kim and J. Ahmad. (2017). Effect of methanolic extract of dandelion roots on cancer cell lines and AMP-activated protein kinase pathway. *Front Pharmacol.* 8: 875.
- Richardson, A.E., J. Barea, A.M. McNeill and C. Prigent-Combaret. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant Soil,* 321: 305-339.
- Rubio, M., R. Hermosa, R. Vicente, F.A. Gómez-Acosta, R. Morcuende, E. Monte and W. Bettioli. (2017). The combination of *Trichoderma harzianum* and chemical fertilization leads to the deregulation of phytohormone networking, preventing the adaptive responses of tomato plants to salt stress. *Front Plant Sci.* 8:294.

- Scippa, G., M. Di Michele, E. Onelli, G. Patrignani, D. Chiatante and E. Bray. (2004). The histone-like protein H1-S and the response of tomato leaves to water deficit. *J.Exp.Bot.* 55: 99-109.
- Waqas, M., A.L. Khan, M. Kamran, M. Hamayun, S.M. Kang, Y.H. Kim and I.J. Lee. (2012). Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promote host-plant growth during stress. *Molecules* 17: 10754–10773.
- Zhang, S., Y. Gan and B. Xu. (2016). Application of plant-growth-promoting fungi *Trichoderma longibrachiatum* T6 enhances tolerance of wheat to salt stress through improvement of antioxidative defense system and gene expression. *Front Plant Sci.* 7: 1405.
- Zhu, M., L. Shabala, T.A. Cuin, X. Huang, M. Zhou, R. Munns and S. Shabala. (2016). Nax loci affect SOS1-like Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> exchanger expression and activity in wheat. *J Exp Bot* 67: 835–844.

## Survey report on the recognition and management of the tomato leaf miner *Phthorimaea absoluta* by producers in the Mostaganem region (Algeria).

KRACHE Fariel<sup>1\*</sup>, BOUALEM Malika<sup>1</sup>, BENABDELMOUMENE Djilali<sup>2</sup>, OMARI Mounir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Protection Laboratory, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem 27000, Algeria;

<sup>2</sup> Applied Animal Physiology Laboratory, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, University Abdelhamid Ibn Badis of Mostaganem 27000, Algeria;

### ARTICLE INFO

#### Keywords :

*Solanum lycopersicum L.*  
*Phthorimaea absoluta*  
Mostaganem  
Insecticides

### ABSTRACT

The tomato (*Solanum lycopersicum L.*) is the second most cultivated and consumed vegetable in Algeria. However, it attacked by many pests, including *Phthorimaea absoluta* a leaf miner that reduces yields, attacking the entire aerial part of the crop at all phenological stages. On average, producers in the Mostaganem region estimate that this leaf miner causes them to suffer yield losses of between 25 and 50% and the use of synthetic chemical insecticides remains the means favored by producers despite numerous treatment failures recorded in several cases.

### 1. Introduction

Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) represents one of the most cultivated horticultural crops worldwide, with over 5 million hectares of cultivated area and more than 182 million tons of tomato produced globally (Singh *et al.*, 2018 ; Blanchard-Gros *et al.*, 2021; Panno *et al.*, 2021; Caruso *et al.*, 2022).

At the continental level, Asia represents almost 62% of the share of world production, followed by America (13.2%), Europe (12.6%) and Africa (12%). The two leading world-producing countries are China with 62.8 million tons followed by India with 19 million tons. The United States of America ranks third in the world with more than 12.8 million tons of tomatoes produced; Turkey is next with 10.9 million tones and Egypt with 6.8 million tons (FAOSTAT, 2021).

In Algeria, more than one thousand hectares devoted annually to tomato cultivation. It is one of the most important vegetable crops grown in open fields and in greenhouses with a highly variable annual yield (Bradea *et al.*, 2015). The production of industrial tomatoes amounted to more than 23 million qx in 2021, registering a growth of more than 17% compared to the previous financial year. On the other hand, the national production of fresh tomatoes yielded 13.72 million qx during the 2020-2021 campaign (MADR, 2022).

Among the main tomato-producing regions, the Wilaya of Mostaganem recorded a production of 1.33 million qx over an area of 2,438.5ha (DSA Mostaganem, 2022). During its vegetative cycle, this crop continually threatened by various bio-aggressors, including *Phthorimaea absoluta*, the main pest that affects both the quality and the quantity of production in this region (Krache *et al.*, 2021).

Given the importance of the tomato in the Mostaganem region, the

\*Corresponding author.

E-mail address: [fariel.krache.etu@univ-mosta](mailto:fariel.krache.etu@univ-mosta).

Received 27 October 2022; Received in revised form 13 February 2023;

Accepted 01 March 2023

potential harm of this pest and the many complaints from producers, we were interested in assessing the phytosanitary situation by interviewing tomato producers in greenhouses and open fields.

## 2. Presentation of the wilaya of Mostaganem

### Geographical location :

The Mostaganem region covers an area of 2269 km<sup>2</sup>, from 0°8' West to 0°46' East and from 36°29' to 35°37' North. Located in the northwest of Algeria, it is bordered to the north and northwest by the Mediterranean Sea, with a coastline of around 120 km, to the east by the wilaya of Chlef, south by the wilayas of Mascara and Relizane, and to the west by that of Oran (Fig. 01) (Caïd et al., 2019).

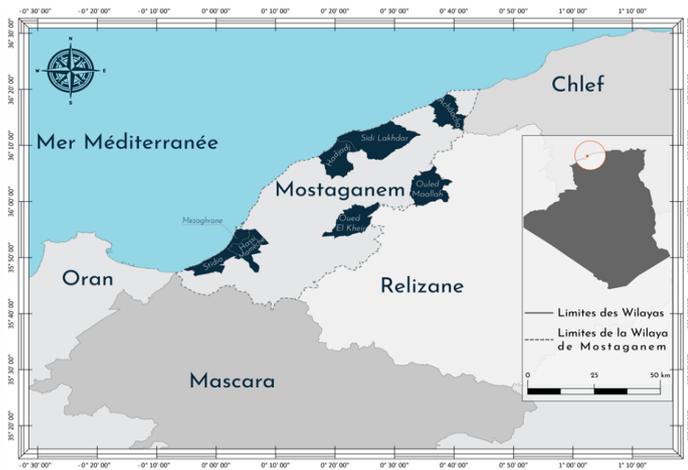


Fig. 1. Geographical location of Mostaganem.

## 3. Methodology

To assess the phytosanitary impact caused by the invasion of *P. absoluta* on tomato crops in Mostaganem, we conducted a survey of 45 producers from the main producing municipalities in the region (Achâacha, Sidi Lakhdar, Stidia, Hadjadj, Mazagran, Hassi Mamèche, Ouled Maallah and Oued El Kheir). The interviews with the producers took place during the period from 2019 to 2020.

The sites selected for the survey were determined in collaboration with the managers of the phytosanitary product companies, which are in close contact with farmers and tomato producers.

A questionnaire developed to characterize tomato farms, to assess the level of knowledge of producers of the pest, to estimate the damage caused and to list the phytosanitary practices for controlling this insect.

## 4. Results and discussion

### 4-1. Identification of farmers

**4-1-1. Age:** All market gardeners interviewed during this study were men. Indeed, they mainly made up of a population aged between 30 and 39 years with 51.11%. While, 42.22% of producers were between 40 and 49 years old and only 4.45% were between 25 and 29 years old. On the other hand, market gardeners who are over 49 years old

were largely in the minority with 2.22% of the workforce.

The age of growers considered one of the most important points affecting agricultural production in general, especially tomato cultivation which spreads more effort and requires younger growers.

**4-1-2. Educational level of farmers:** The survey tells us that 2.22% at a primary level, 15.56% at an average level and 66.67% at a secondary level. Whereas, 4.44% of market gardeners have had agricultural training. Only 11.11% of farmers have non-agricultural higher education. This last category could be the nucleus or the engine of development in the area. A good level of education will allow the market gardener to be able to read and correctly follow the instructions described in the field of crop protection.

**4-1-3. Experience in tomato production:** In terms of experience in tomato production, 55.56% of producers have less than 10 years' experience and 42.22% have between 10 and 20 years' experience. Only 2.22% have a seniority of more than 20 years in market gardening production.

### 4-2. Characterization of tomato farms:

**4-2-1. Area reserved for tomato production:** The area reserved for tomato production in greenhouses and in the open field by producers varies between 0.5 and 05 hectares. Indeed, 42.22% of the farmers cultivated the tomato on an area of ½ ha and 46.67% cultivated it on one and 05 hectares. Only 11.11% of market gardeners produce it on 5 hectares.

**4-2-2. Mode of acquisition of agricultural land:** The survey indicates that 55.56% of farmers are owners and 44.44% of farmers are tenants. Most producers (53.33%) preferred to produce tomatoes in greenhouses; some market gardeners (15.56%) install the field tomato as a late season crop. On the other hand, 31.11% of farmers produced the tomato by both modes.

**4-2-3. Irrigation method:** All market gardeners surveyed use the drip system as a very efficient and economically compatible mode of irrigation.

**4-2-4. Cultivated varieties:** Several varieties of tomatoes grown in the Mostaganem region; thanks to their adaptations to climates and their resistance to diseases and pests. After all, fruits differ in size, appearance, taste, pedoclimatic needs. Indeed, the main varieties used are Kawa (32.14%), Tomastar (21.42%), Nada (14.3%), Suzana (14.3%), Panekra (10.07%) and Belfast (7.14%). Farmers because of their good yield generally prefer them; their fruits characterized by tolerance to pests and keep well during transport.

**4-2-5. Production system (Monoculture / Association culture):** In our sample, 22.22% of the farms apply the intercropping system system (tomato, pepper, pepper, bean, garlic...etc.) and 77.78% of the farms apply the simple system (monoculture) for tomato production.

**4-2-6. Fertilization:** Fertilization generally considered one of the most important basic restoration materials for growing tomatoes. All tomato producers in the study area use organic and chemical fertilizers. The use of organic manure will swing between poultry manure and cattle manure and this varies according to soil quality (clay, sand) and water clarity and salinity. Manure with all of its sources aids seedling start and growth. However, poultry manure accelerates the start of the seedling and causes the roots to absorb mineral salts, while long-term cattle manure often shows effectiveness in winter.

NPKs used in the soil to supplement the materials necessary for the growth of the plant in all its cycles and correct the lack of organic matter.

- The association of cultures (11.11%);
- Installation of mulch (44.44%);
- The installation of the insect-proof (6.67%).

#### 4-3. State of knowledge of producers on *P. absoluta*:

Given the extent of its damage caused in the field and in greenhouses, all the producers surveyed know how to identify *P. absoluta* and are able to describe the symptoms it causes on the different organs of the plant.

#### 4-4. Damage caused by *P. absoluta*:

Damage caused by *P. absoluta* encountered during all stages of crop development. However, the damage observed on all the aerial part of the plants, namely: the leaves, the stems and the fruits. The majority of these producers not trained in the recognition of pests, in particular insects. They recognize them by habit or knowledge transmitted from generation to generation.

#### 4-5. Damage estimate:

The damage caused by *P. absoluta* on tomato crops is significant in production areas where 53.33% of producers estimate that between 25 and 50% of the vegetation in their field destroyed by this pest from the first tomato harvest. A degree of severity lower than 25% reached for 26.67% of the farmers. While 15.56% of market gardeners claim production losses between 50 and 75%, and 4.44% of growers claim that, the larvae of this insect can cause damage between 75 and 100%.

This disparity in severity estimated by farmers could be explain by the climatic conditions of the production areas as well as the effectiveness of the main molecules used. On the other hand, the alternation of pesticides with different modes of action and the use of good phytosanitary practices by producers.

During our study, 57.78% of the producers affirm that they could not sell the tomato fruits attacked by *P. absoluta*, on the other hand 42.22% of the farmers report their sale of the infected fruits but with low prices intended for tomato processing factories. .

#### 4-6. Phytosanitary protection measures:

All-farmers surveyed have never received training in crop protection. Indeed, the main sources of information for farmers regarding phytosanitary protection measures are:

- Their personal experience, enhanced by that of their elders, their neighbor, other farmers, this being for 48.89% of the farmers surveyed;
- Engineers from agricultural input companies who contribute to informing farmers up to 46.67%;
- Agriculture services (INPV) also corresponding to 4.44%.

4-6-1. *Phytosanitary practices to control P. absoluta*: To counter the action of pests, different methods are used by producers, whether cultural practices or the use of pesticides. The results of our survey reveal that the cultural practices adopted by the market gardeners of Mostaganem are:

- Crop rotation with other speculations (37.78%);

All farmers apply weeding, uprooting and destruction of infested organs/plants. Indeed, the fight against weeds done manually with the hoe, this practice could have the additional advantage of also allowing the earth to stir up and bringing the chrysalises buried in the ground to the surface and exposing them to the sun's rays.

For the rotations, the speculations used are cabbage, cauliflower, potato, cucumber, broad bean, pea, melon, watermelon, durum bean and soft wheat.

4-6-2. *Pesticides used by growers*: All of the producers met know the names of the products they use. For chemical products, the producers cited 08 active molecules used against *P. absoluta* during this survey: lambda-cyhalothrin (32.60% of the products used), spinozad (22.83%), abamectin (15.21%), emamectin benzoate (9.78 %), proact (6.52%), chlorantraniliprole (6.52%), cypermethrin (4.34%), deltamethrin (2.17%).

Some producers even claim that they mix up to five different products to carry out the treatments against this pest. Several producers have told us that some of their treatments have proven ineffective to the point of having to abandon their fields because of uncontrollable *P. absoluta* contamination.

4-6-3. *Period of use of chemical pesticides*: Among the rules of good practice for the use of plant protection products, there is the application of chemicals only when strictly necessary. All the producers met declared that they systematically treated their crops with chemicals. No farmer only sprays his crops when pests attack or symptoms appear.

All the farmers said they had tried all the insecticides available to them to control *P. absoluta*. Indeed, several sprays carried out during the tomato production cycle. Thus 22.22% of producers perform between 10 to 15 treatments, 33.33% apply 20 to 25 phytosanitary treatments and 33.33% perform between 30 and 35 sprays. Only 11.12% of market gardeners treat their tomato crops 40 times.

This repeated use of pesticides explains their current relative ineffectiveness. This would result in a lack of knowledge of the appropriate pesticide to use depending on the pest, but also in the acquisition of resistance by bio-aggressors to pesticides.

Indeed, this invasive pest is not easy to fight, given its high reproductive capacity, its food strategy and its proven resistance to several molecules. Thus, several cases of abandonment of production plots following attacks by *P. absoluta*.

We find that most producers cannot respect recommended doses (62.22%), pre-harvest times (82.22%). This situation leads to disastrous consequences including treatment failures, the development of resistant populations, human and animal poisoning, and environmental pollution.

#### 4-7. Investigation challenges

The realization of this study was not as simple as one imagined. We found several difficulties but they did not influence our desire to

carry out this work. Among these, we cite:

- Farmers do not count their productions. In general, the farmer calculates the overall sales per greenhouse and does not count the production and the quantity produced;
- Their statements regarding the purchase prices of raw materials are not supported by invoices or other documents;
- The difficulty of obtaining information on costs and communicating with farmers on some sensitive aspects (profitability, selling price, etc.);
- The unavailability of farmers in some cases at the level of their farms.

#### 4. Conclusion

The tomato occupies a very important place in the market gardening sector in Mostaganem. Good practices make it possible to grow a healthy crop as well as to obtain a sufficiently constant yield.

*P. absoluta* is a microlepidopteran that attacks tomato crops. Thanks to the survey carried out with 45 producers in different municipalities of Mostaganem, we have assessed the impact of this pest on tomato cultivation.

This pest attacks tomato crops during all their stages of development and causes various damage to different parts of the plant. In addition, peppers and eggplants are the two crops most attacked after tomatoes by this insect and its damage noted by the majority of producers.

Most growers produce tomatoes on areas between one to 5ha. All have demonstrated knowledge of *P. absoluta* and can describe its symptoms. On average, producers estimate that this miner causes them to suffer yield losses of between 25 and 50%.

To fight against pests in their crops, all market gardeners encountered use plant protection products. In total, 08 insecticide cited by market gardeners, including lambda-cyhalothrin, spinosad, abamectin, emamectin benzoate, proact, chlorantraniliprole, cypermethrin, deltamethrin.

The agroecological methods practiced by the market gardeners encountered are limited to crop rotation, crop association and the collection of attacked fruits or organs. The resistance of the populations is such that many producers abandon plots because of uncontrollable infestations. Alternative methods are sometimes used: destruction of infested plants, crop rotation, weeding, crop association, installation of mulch and installation of insect-proof.

#### References

- Blanchard-Gros, R., Martinez, J.P., and Quinet, M. (2021). Comparison of drought and heat resistance strategies among 6 populations of *Solanum chilense* and Two Cultivars of *Solanum lycopersicum* *Plants*, 10, 1720.
- Bradea, M.S., Abdul-Hussain, A.S., Snoussi, S.A. et Beghlal, K. (2015). Effet d'un engrais biologique sur la croissance et le rendement de la tomate (*Lycopersicum esculentum* cerasiforme), cultivée sous serre. *Revue Agrobiologia*. N°7, 33-37.
- Caruso, A.G., Bertacca, S., Parrella, G., Rizzo, R., Davino, S., & Panno, S. (2022). Tomato brown rugose fruit virus: A pathogen that is changing the tomato production worldwide. *Annals of Applied Biology*, 181 (3), 258–274.
- DSA Mostaganem. (2022). Directorate of Agricultural Services of the Mostaganem region.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2021). Crops and Livestock Products. Disponible en ligne: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed on 30 July 2021).
- Krache, F., Boualem, M., Fernandez-Triana, J., Bass, A., Arnó, J., Benourad, F. (2021). First record in Africa of the parasitoid *Dolichogenidea gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae) on tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) from tomato fields in Algeria. *Journal of Hymenoptera Research* 88: 115–131.
- MADR (2022). Ministère de l'agriculture, du développement rural. Extrait de <http://www.minagri.dz>.
- Panno, S., Davino, S., Caruso, A.G., Bertacca, S., Crnogorac, A., Mandic, A., Noris, E., Matic, S. (2021). A Review of the Most Common and Economically Important Diseases That Undermine the Cultivation of Tomato Crop in the Mediterranean Basin. *Agronomy* 11, 2188.
- Singh, V.K., Singh, A.K., Singh, P.P., and Kumar, A. (2018). Interaction of plant growth promoting bacteria with tomato under abiotic stress: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 267, 129–140.

#### Acknowledgements

We would like to thank all the tomato growers and technical advisors in the field for their assistance and support.

## Effect of the substitution of rennet by chicken pepsin in the coagulation of milk for cheese processing .

DAHOU Abdelkader El Amine\*, TAHLAITI Hafida, MOUSSA Yassemine, MEDJAHED Mostefa, HOMRANI Abdelkader <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Sciences and Techniques of Animal Production, Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem.

### ARTICLE INFO

**Keywords :**  
substitution,  
chicken  
pepsin,  
commercial rennet,  
proteolysis .

### ABSTRACT

In this study we tried to substitute commercial rennet by pepsin extracted from chicken proventricles as a coagulant agent of milk. In order to compare the effect of pepsin with that of commercial rennet, we approached the technological times of coagulation represented by flocculation and setting, the proteolytic activity was monitored by the kinetics of coagulation. The results obtained showed the conformity of the flocculation times respecting the IDF standard between 8 and 15 minutes. Coagulation by chicken pepsin occurs at a rate of non-protein nitrogen release identical to that of commercial rennet. Using controlled dilutions of the enzyme extracts, the pepsin gel exhibited the same rheological behavior as the rennet gel with flocculation between 12 and 14.5 minutes and an average U.A.C between 0.12 and 0.15 units/ml. No significant difference was observed, which could prevent the substitution of rennet by chicken pepsin during the enzymatic coagulation phase of cheese milks.

### 1.Introduction

The major interest in processing milk into cheese was to preserve the main constituents of milk (Eck & Gillis, 2006). The first step in cheese making is coagulation, considered the key to the success of any preparation. It consists of the formation of a gel following physico-chemical changes occurring on the casein micelles. Calf rennet is the most widely used coagulating agent for milk coagulation (Lij *et al.*, 2006).

In recent years, rennet has seen an increased demand due to a steady increase in global cheese production. Conversely, its supply has not always kept up with this demand due to the high price and difficulties in supply, as milk calf production is fluctuating while the cheese industry requires sufficient and regular supply (Ziane *et al.*, 2019).

These reasons have caused a lot of research to be undertaken to find efficient and competitive substitutes that can be used industrially. Among these substitutes, proteases of plant origin have a long history of use in traditional preparations such as those from artichoke, thistle, and fig latex (Hamrani *et al.*, 2002).

Other enzymes have been tested such as proteases of fungal origin synthesized by various species. There are also substitutes of animal origin such as bovine pepsins and pepsins extracted from poultry proventricles (Abi Azar, 2007).

Although our country has a production potential in substitutes capable of meeting the needs of coagulating agents, Algeria remains dependent on foreign suppliers in terms of supply and imports almost all the quantities of enzymes needed for the cheese industry. In 2019, about 25 thousand tons of cheese were sold in the Algerian market. According to the National Statistical Office (O.N.S), the Algerian

\*Corresponding author.

E-mail address: [abdelkader.dahou@univ-mosta.dz](mailto:abdelkader.dahou@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 13 February 2023;

Accepted 01 March 2023

cheese industry has used nearly 1.5 tons of rennet and its substitutes (CNIS, 2020).

The high cost of import and the dependence of Algeria on foreign suppliers for the supply of rennet and / or its substitutes, encouraged us to develop local sources for the production of coagulating agents usable in cheese industry. These substitutes that we plan to study can be obtained from local raw materials and with suitable prices because poultry offal is available and is not valued in our country.

## 2. Material studied, area descriptions, methods and techniques:

### 2-1. Location

This study was carried out at the Laboratory of Sciences and Techniques of Animal Production of Hassi-Mamèche, Mostaganem, Algeria.

### 2-2. Chicken proventricles

The samples of chicken proventricles were brought from the slaughterhouse of Zahana belonging to the western poultry group "GAO" Mascara, Algeria.

### 2-3. Reconstituted milk

The experimental milk was reconstituted at a rate of 12% (w / v) from a skim milk powder low heat enriched with protein recovered from the subsidiary GIPLAIT, the Sahel Mostaganem, Algeria. The milk was enriched with monocalcium phosphate (0.01M) and sodium azide (0.025%). It was then stored in a refrigerator for 10-15 hours for experimental use.

### 2-4. Extraction of pepsin

The pepsin is extracted from chicken proventricles collected from the slaughterhouse of Zahana belonging to the western poultry group "GAO" Mascara, Algeria. The extraction protocol established by the research team of the laboratory is summarized as follows: Chopping of proventricles, Maceration in sodium carbonate, activation of pepsinogen to pepsin at pH 2, recovery of the pepsin supernatant, regulation of the pH of the extracted pepsin to 6.4 and conservation of the extract at a temperature of 04°C.

### 2-5. The commercial rennet

The rennet used is a commercial animal rennet powder brand CHR HANSEN Denmark of strength 1/125000 to 650 mg chymosin /100 g.

### 2-6. Determination of total nitrogen (protein) and non-protein nitrogen (NPN)

The determination of total nitrogen content was performed by Kjeldahl method and according to IDF ISO 707. It consists of mineralization of the reconstituted milk sample by heating in the presence of a mixture of concentrated sulfuric acid, potassium sulfate and copper sulfate, used as catalysts to convert the organic nitrogen in the sample to ammonium sulfate (Mohammad Kamal, 2016). The reaction product is added with soda ash to release ammonia which will be titrated by hydrochloric acid solution in the presence of boric acid

### 2-7. Characterization of the enzymatic extract

**2-7-1. Determination of the coagulant activity:** The coagulant activity is determined by measuring the flocculation time and the setting time (Dahou et al., 2021)

**2-7-2. Determination of the flocculation time:** The flocculation time is the time interval between the time of renneting and the appearance of the first casein flakes visible to the naked eye (Dahou et al., 2021).

**2-7-3. Determination of setting time:** The setting time is the time when the first droplets of whey appear at the beginning of whey exudation (Dahou et al., 2021).

**2-7-4. The unit of coagulant activity U.A.C:** U.A.C is defined by the amount of enzyme contained in 1 ml that can coagulate 10 ml of milk; and calculated by this formula

$$U.A.C = 10. V / T .V'$$

Where :

*V:* volume of milk

*V':* Volume of the enzyme extract

*T:* time of flocculation

**2-7-5. Kinetics of proteolysis:** The proteolytic activity of a coagulating enzyme is reflected by the increase in the rate of non-protein nitrogen (NPN) released in the mass of coagulum.

Comparison of the NPN/NT ratio (where NT represents total nitrogen) between pepsin coagulation and rennet coagulation allows the difference in proteolysis between the two enzymes to be assessed (Davian et al., 2000).

The determination of non-protein nitrogen is estimated after precipitation with trichloroacetic acid (TCA) at 12% final concentration of the proteins of experimental milk in contact with the coagulating enzyme. After filtration, nitrogen is determined by the Kjeldahl method. A series of 10 test tubes containing 10 ml of experimental milk each is maintained at 35°C for 1 hour in a water bath. At time 0, a dose of 1ml of the enzyme is added to each tube, and the stopwatch is activated. For each time of the kinetics, 10 ml of a 12% TCA solution is added, and the tube is shaken well.

Note that we used rennet and pepsin concentrations that ensured a flocculation time between 8 and 15 minutes for the whole experiment. Each tube was filtered, and the serum was collected to determine the NPN content by the Kjeldahl method.

The kinetics of the proteolysis of the two enzymes (rennet and pepsin) is studied by determining the NPN at setting time. The experiment allowing to obtain these kinetics is repeated five times, and our results will express the average curve.

### 2-8. Statistical analysis

The results are the average of the five trials, and presented in the form of average - standard deviation. The statistical study by analysis of variance (ANOVA) was carried out by the statistical software MINITAB 19.

## 3. Results and discussion

### 3-1. Physicochemical quality of the experimental milk used

The experimental milk used prepared at 12% (w/v) presented a moisture of 87.50% , a protein content of 3.63% , a NPN content of

0.185% , a Dornic acidity of 15.8 °D and a pH of 6.65. These results are in accordance with the standards of F.I.L, 2018 and JORA, 2017 (see Table 01).

The enzymatic coagulation of a milk is the first step in the manufacture of cheese that can be considered the result of a process in which casein is concentrated after removal of whey (Vignola et al., 2002 and Mahaut et al., 2011)

For the cheesemaker, a quality milk plays an important role for a good coagulant ability, ensure adequate kinetics of flocculation to the setting of milk, avoid losses of soluble proteins after exudation of whey and the formation of a firm gel (Hyslop, 2003).

**Tab. 1.** Physico-chemical quality of experimental milk used.

Analysis	Average obtained and standard deviation	Method used
Moisture of reconstituted milk	87,50 ± 0,025	Drying at 105°C
Protein content %	3,63 ± 0,05	Kjeldahl
NPN %	0,185 ± 0,001	Kjeldahl
NPN/NT %	5,0	
Acidity Dornic	15,8 ± 0,25	Dornic
pH	6,65 ± 0,01	pH-metry

### 3-2. Quality of extracted chicken pepsin compared to commercial rennet

The results of the control of the clarified chicken pepsin extract and the dilution retained, as well as those of the commercial rennet are grouped in table 02

**Tab. 2.** Quality of the enzymatic extract "chicken pepsin . .

Control performed	Pepsin		Rennet	
	Clarified extract	3% dilution	1% stock solution	2,5% dilution
Flocculation time (s)	55,10 ± 1,10	870 ± 5,50	28,75 ± 1,45	725 ± 12,5
Setting time (s)	96,50 ± 2,45	1560 ± 12,75	48,50 ± 1,60	1490 ± 35,20
Coagulant activity U.A.C/ml	3,25 ± 0,15	0,15 ± 0,002	3,10 ± 0,10	0,12 ± 0,001

The extraction of chicken pepsin from 100 grams of proventriculi gave a volume of 185 ml of enzymatic extract. It should be noted that during our experimentation we opted for a dilution of 3% (v/v) following the preliminary tests carried out to obtain a flocculation time consistent with a good coagulation between 8 and 15 minutes as described by Tanaka et al.,2001

In this sense, the clarified chicken pepsin extract gave an average flocculation time of 55 seconds at 30°C. The 3% (v/v) dilution in sterile distilled water gave an average flocculation time of 870 seconds (14.5 minutes) and an average setting time of 1560 seconds (26 minutes)

In comparison, the 1% rennet solution gave an average flocculation time of 28.75 seconds. At a calculated dilution of 2.5%, an average controlled flocculation time of 725 seconds (12 minutes) and an average setting time of 1490 seconds (approximately 25 minutes) was obtained.

The unit of coagulant activity (U.A.C) which represents the amount of enzyme contained in 1 ml of enzyme solution to coagulate 10 ml of milk in 100 seconds at 30 ° C, is 3.25 unit /ml for the clarified extract of chicken pepsin, and 3.10 unit /ml for the rennet stock solution (1%)

The flocculation time for the 02 enzymes diluted is between 12 and 14.5 minutes with an average U.A.C between 0.12 and 0.15 units/ml

These results obtained are consistent with a successful coagulation activity and kinetics and adapted to any cheese processing.

### 3-3. Kinetics of coagulant proteolysis:

The kinetics of coagulant proteolysis gives in parallel a release of non-protein nitrogen NPN, soluble in a solution of trichloroacetic acid TCA at a concentration of 12%.

This evolutionary release of the non-protein nitrogen content as a function of time is given in Table 03

**Tab. 3.** Non-protein nitrogen content released .

Repeat	Pepsin		Rennet	
	NPN (g/100ml) + Standard deviation	% NPN/NT(*)	NPN (g/100ml) + Standard deviation	% NPN/NT (*)
1	0,215 ± 0,0016	5,77	0,210 ± 0,0014	5,64
2	0,218 ± 0,0018	5,86	0,225 ± 0,002	6,05
3	0,221 ± 0,0019	5,94	0,229 ± 0,0025	6,15
4	0,227 ± 0,0022	6,10	0,226 ± 0,0021	6,07
5	0,225 ± 0,002	6,05	0,222 ± 0,002	5,96
Mean obtained	0,221 ± 0,002	5,94	0,222 ± 0,002	5,96
Total nitrogen NT	3,72 ± 0,035	100,00	3,72 ± 0,035	100,00

\* No significant difference ( $P > 0.05$ )

The analysis of variance was done to determine the time at which the difference becomes insignificant between the number of repetitions performed (05 repetitions)

The non-protein nitrogen content is similar for both enzymes and is at an average of 0.22. After flocculation, the non-protein nitrogen content released is the same at an average setting time between 25 and 26 minutes for the enzymes on experimental milk controlled for protein content.

The rate of NPN / NT for pepsin coagulation and rennet coagulation is the same and stabilizes at a controlled average of 5.94 -5.96 which confirms the control of dilutions to obtain technological times consistent with an enzymatic coagulation controlled and adapted to any cheese processing.

The rates of NPN released are almost identical for both enzymes. The average obtained for the enzyme chicken pepsin is 0.221 g / 100 ml against 0.222 g/100 ml for the commercial rennet (Figures No. 01 and No. 02).

After 20 minutes of coagulation, setting time of 25 minutes for commercial rennet and 26 minutes for chicken pepsin, the NPN rate is almost identical and significant because of the control of dilutions

giving the same coagulation abilities for the 02 enzymes.

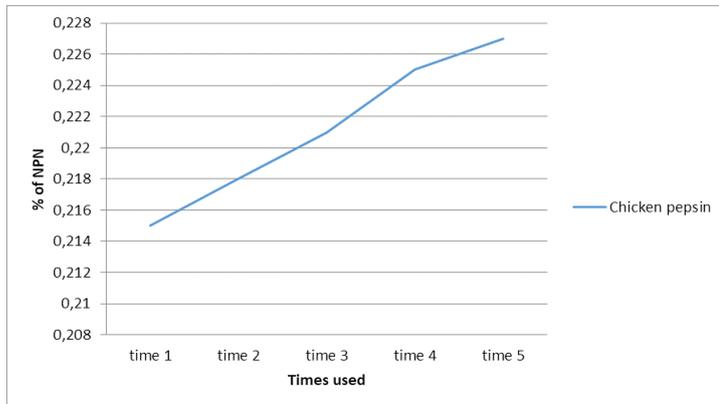


Fig. 1. Kinetics of NPN release for pepsin coagulation.

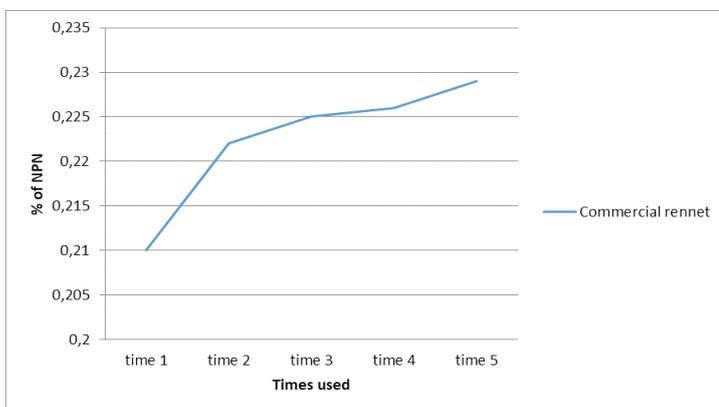


Fig. 2. Kinetics of NPN release for rennet coagulation

Tanaka et al (2001), Lucey (2002) and Hamrani (2008) showed that the release of non-protein nitrogen (soluble in 12% TCA solution) by chicken pepsin from a casein solution maintained at pH 5.49, was equal to that of rennet during the first 15 minutes of flocculation time. In addition, the release of nitrogen in the whey at the end of the setting time (estimated at 2 times the flocculation time) was equal between the two types of enzymes.

Our study showed that the coagulation by chicken pepsin presents the same phases as the rennet coagulation, even if the flocculation does not give the same appearance of primary coagulation flakes with the same quality of milk. Studies by Mahaut et al (2011) have shown that the differences in the appearance of milk to flocculation are due mainly to the proteolytic activities of pepsins high for acidic pH (4.6) while rennet (chymosin dominant) tolerate medium acidic pH (5.2)

However, at setting time, the gel obtained has the same appearance with a rate of release of non-protein nitrogen almost identical to that of the commercial rennet.

The statistical analysis of the results, performed by the MINITAB 19 statistical software, gave significance values higher than 5% with an almost similar coagulant activity for the 02 enzymatic extracts with 3.25 UAC/ml for the pepsin extract against 3.10 UAC/ml for the commercial rennet. The kinetics of coagulation represented by the percentage NPN/NT is also almost identical for the 02 enzymes 5.94% for

chicken pepsin against 5.96% for rennet. The technological times (setting time), 1560 seconds for pepsin and 1490 seconds for rennet, respect the IDF standard set between 960 seconds and 1800 seconds to obtain a conforming enzymatic cheese curd.

#### 4. Conclusion

The results of our study constitute a first evaluation of the characterization of the coagulation steps during the substitution of rennet by chicken pepsin

The extraction of chicken pepsin allowed to give from 100 g of proventricles 185 ml of enzymatic extract of pepsin, giving an average flocculation time of 55.10 seconds, a setting time of 96.50 seconds and a coagulant activity of 3.25 U.A.C./ml. To obtain a technological flocculation time between 8 and 15 minutes, the extract obtained must be diluted by 3%.

The results do not show any disadvantage to substitute rennet with chicken pepsin during the enzymatic coagulation phase.

On the contrary, we noticed advantageous coagulation abilities with the control of technological times (from flocculation to total coagulum setting)

The whey retention capacity is another advantage with a high hydration rate of the two gels resulting from the two enzymatic activities. This retention capacity is essential to the good control of the expected cheese yields.

The control of the enzymatic concentration (dilution studied of the enzymatic extract) of chicken pepsin gives controlled coagulation kinetics with low losses of non-protein nitrogen NPN soluble in whey

This study deserves to be completed by the follow-up of the behavior of this extracted enzyme at the level of cheese maturation, the determination of the yield and the cost of the extraction of chicken pepsin, the determination of the products of proteolysis by electrophoresis during the different phases of coagulation, the determination of the optimal conditions, of pH, of temperature to obtain the best characteristics of the gel (firmness, syneresis...) and the determination of the type of cheese to be adapted for this enzyme.

#### Acknowledgements

The authors thank all the staff of the Laboratory of Science and Technology of Animal Production, veterinary services of the GAO group and the slaughter unit of Zahana and quality control and production of the subsidiary GIPLAIT, the Sahel, Mostaganem, Algeria.

#### References

- Abi Azar Rania, (2007): Complexation of milk proteins by extracts of green carob pods and technological properties of the coagulums obtained. *Doctoral thesis: Food Sciences: Paris, AgroParisTech*
- CNIS (National Center for Informatics and Statistics). (2020) : Site available online for subscribers, Algeria Global Market AGM.Net 2018, 2019 and 2020.

- Dahou A.E.A, Medjahed M., Aissaoui C., Homrani A., (2021). Preliminary approach on the cheesability of milk collected at an industrial cheese factory. *Algerian Science Journal (Revue Algérienne des Sciences)*/ <http://univ-eltarf.dz/fr/> ISSN : 2661-7064. Volume 6, Issue 1 : 34-39
- Daviau C., Famelart M.-H., Pierre A., Goudédranche H. and Maubois J.-L., (2000) : Rennet coagulation of skim milk and curd drainage : Effect of PH, casein concentration, ionic strength and heat treatment. *Milk* 80 (2000) 397-415
- Eck A and Gillis J.C., (2006): Le fromage, *lavoisier TEC et DOC 3 eme edition* .,891 p.
- F.I.L ; the reference ISO 707/ F.I.L October (2018) : Defined standards for microbiological and chemical analysis of milk, milk products and milk powder
- Hamrani L., (2008) : Comparative study of two proteases coagulating milk, extracted from chicken proventriculi and silt stomachs. *Doctoral thesis, 77p. INA ElHarrach, Algiers.*
- Hyslop. DB., (2003): Enzymatic coagulation of milk in advanced dairy chemistry proteins, ed by Fox PF and Mc Sweeney PLH. *Elsevier Applied Science Publishers, London, pp.839-879.*
- JORA " Official Journal of the Algerian Republic N°39 of (02/07/2017). Relating to the microbiological and physicochemical specifications of certain foodstuffs.
- Lij D and Daligleish G., (2006): Mixed coagulation of milk - gel formation and mechanism, *J. Agric. Food Chem.* 54, 4687-4695.
- Lucey J.A., (2002): Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.* 8: 281-294.
- Mahaut M , Jeantet.R, Brulé.G., (2011): Introduction to cheese technology. *5th Edition Tec and Doc Lavoisier. 194 p*
- Mohammad Kamal., (2016): Contribution to the study of the structure-texture of camel milk during coagulation and heat treatment: comparison with cow milk. PhD thesis published in Nature and Technology at Artois University: Engineering of Biological Functions, prepared at Regional Agri-food and Biotechnology Laboratory : Charles Violette Institute. 204 pages
- Tanaka T. and Yada R ., (2001). N terminal portions acts as an initiation of the inactivation of pepsin at neutral Ph .*Protein Engineering* ,14(9) :669-674
- Vignola Carole -Gelais ST-D. Tirrad-Coller P., Belanger G., Drapeau R., Couture R., (2002) : Cheese « Milk science and technology » par L. *polytechnic international press. 349-413pp.*
- Ziane A., Mostefaoui A., Ahcene H., Titouche Y., Gaucheron F., Mati A., (2019): Improvement of coagulation parameters of recombinant cow milk by blending with sheep milk .*Livestock Research for Rural Development* 27 (2).

## Technological and nutritional importance of carob.

BOUHREM Elias, BENABDELMOUMENE Djilali\*, DAHMOUNI Said, BENGHARBI Zineb

*Laboratoire de physiologie animale appliquée, Université de Mostaganem, Algérie.*

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

carob,  
wheat flour,  
meat, rheological.

### ABSTRACT

The aim of this work is to revalue carob (*Ceratonia Siliqua L*) from two different perspectives. The first is to gain knowledge about the rheological behaviour of wheat flour enriched with multiple amount of carob powder (1%, 2% and 3%). The second is to measure and analyse the antioxidant effect of carob powder on sheep meat. This study revealed that carob powder has a significant antioxidant effect and that replacing wheat flour with a 1% concentration of this powder does not affect the rheological behaviour of the flour. In fact, it not only optimises the physicochemical parameters of the flour (P/L), but also the baking improvers.

### 1. Introduction

Carob is one of the well-spread fruit crops among populations of Mediterranean countries (Bouhrem *et al.*, 2020). Its production and consumption have increased significantly in recent years. They are commonly used in the making of cooked pekmez juices and powdered drinks. Nonetheless, the use of the whole fruit for human consumption is limited due to its high tannin content, which leads to astringency (Bate-Smith, 1973; Karkacer and Artk, 1995). It is considered as a new raw material at low prices for livestock (Guemour *et al.*, 2010). The inclusion of carob powder in the rabbit diet showed better fermentation in the caecum with a positive effect on post-weaning health (Guenauoi *et al.*, 2019). The pulp is the main component of the locust bean pod (90%), but currently only the seeds (10%) are used industrially to obtain locust bean gum. Carob pulp is considered to be a good source of bioactive components such as phenolic compounds,

some of which exhibit antioxidant (Makris and Kefalas 2004; Sebai *et al.* 2013) and antiproliferative activities (Corsi *et al.* 2002).

Possessing crucial technological properties, carob trees could solve several dilemmas related to economic and technological imperatives in the agro-food sector. For this reason, the main objective of this work is the valorisation of the carob tree to make it a noble resource for the food industry. The main objective of the study was projected from two different perspectives, the first being based on the important protein fraction of carob, including albumin and the second was to estimate the antioxidant of this fruit. Therefore, the first aim of the study was to replace wheat flour with different percentages of carob powder. This results in a reduction in economic importation of a widely consumed product (common wheat) and gluten.

The second goal was to implement the antioxidant activity of carob phenols as a natural antioxidant for sheep meat preservation; a

\*Corresponding author.

E-mail address: [benabdelmoumenedjilali@hotmail.com](mailto:benabdelmoumenedjilali@hotmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 14 February 2023;

Accepted 01 March 2023

product considered a nutritionally important source for its protein content (Sayd et al., 2014), vitamins (Duchene et al., 2016) and reasonable fat content (Geay et al., 2002).

Moreover, meat products industry uses synthetic antioxidants to extend meat conservation time; such as butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), and propyl gallate (PG). With submersion of the harmful effects on the health of the consumer. The demand for the use of natural antioxidants is increasing (Lorenzo et al., 2018).

## 2. Sample and material :

### 2-1. sample preparation

Ripe carob pods (*Ceratonia Siliqua L*) were harvested from selected carob populations in the Guelma region, Eastern Algeria. These pods were thoroughly ground and then protected from light for further analysis and preparation. A sample of sheep meat (*Logissimus Dorsi*) was collected from the butcher shop of a market in the Mostaganem region, Western Algeria, and then ground in a household electric grinder. First of all, the nutritional and technological suitability for industrial and artisanal processing of carob is to be measured, this measurement is elaborated by determining primary and secondary metabolites. Second, the powder from the whole carob milling is mixed with wheat flour in proportions of 1%, 2% and 3%. Finally, concentrations of 5%, 10% and 15% of carob powder is applied to minced meat of the leg and then measuring of the freshness index is elaborated in stepwise at time intervals of 1 hour, 2 hours and 4 hours.

### 2-2. Methods

**2-2-1. Determination of dry matter :** A drying of 1 g of carob powder was carried out in an oven at the temperatures of 100°C to 105°C, under atmospheric pressure until a practically constant mass is obtained. To avoid any recovery of moisture, it is advisable to place it in a desiccator.

**2-2-2. Determination of mineral content :** The incineration of 2 g of carob powder in the muffle furnace, in porcelain crucibles, at a temperature of 900 °C was carried out and stopped only when the colour of the residues became grayish-white, which will turn into a white colour after cooling.

**2-2-3. Determination of moisture content:** Water content of the core was determined by the standardised method, "NF T 60-305, June (1976)", described by AFNOR (1982) and which consists of parboiling carob powder at a rate of one gram 105 ± 05 ° C for 24 Hours.

**2-2-4. Protein determination:** The principle is based on the mineralisation of organic matter by sulphuric acid in the presence of a catalyst, followed by alkalisiation of the reaction products and then distillation and titration of the ammonia released (Kjeldahl, 1883).

The Kjeldahl nitrogen in the sample is first converted to ammonia by acid digestion in a mineralisation batch. The addition of a strong base releases ammonia, which is then carried away by water vapour and then trapped in a solution of boric acid. The ammonia is then determined by a solution of sulphuric acid of known titration. The equivalence point is identified by the change in colour of an indicator. The crude protein content of the product shall be obtained by multiplying the obtained value when determining the nitrogen content by the factor 6.25.

**2-2-5. Determination of fat content:** Extraction by organic solvents (Hexane), specific to the determination of the fat content was carried out with a Soxhlet type apparatus. At the end of the extraction, it can be assumed that all the fat was transferred to the solvent.

**2-2-6. Determination of total phenolic content:** A test portion of 0.25 g of carob powder is macerated in 100 ml of acetone / water mixture (70% v / v) for 90 minutes, at room temperature. Adapted by Benchikh et al. (2014) the total phenolic compounds (TPC) of the extracts were evaluated using the Folin-Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965).

**2-2-7. Determination of peroxidation value:** The most commonly measured secondary products of lipid oxidation are aldehydes. Thiobarbituric acid (TBA) reacts with malonaldehyde (MDA) to form a pink and/or yellow complex with maximum absorption at a wavelength of 532 nm. It also reacts with other aldehydes resulting from the oxidation of long-chain PUFAs (polyunsaturated fatty acids). The concentration of TBA-reactive substances (sr-TBA), expressed as MDA equivalent, is evaluated by reading the absorbance with the visible spectrophotometer of the sr-TBA extracted from meat samples with a trichloroacetic acid (TCA).

**2-2-8. Alveographic analysis:** A dough preparation with a constant water content (wheat flour and salted water) enriched with carob powder was elaborated. It is the formation of specimens at a well-determined thickness of dough. It is a biaxial extension, by bubble swelling, of laminated dough specimens. The graphic recording of pressure variations within the bubble as a function of time, the appreciation of the characteristics of the paste and the surface of the alveograms obtained are read directly by the device: they are calculated from the five curves obtained. The analysis is made in the laboratory of a mill in the region of Mostaganem- Algeria.

**2-2-9. Statistical analysis of results:** The data collected in this fully randomised design were analysed for variance (SAS Institute, 2008) and treatment means were separated using the Duncan multiple range test. Contrasts with a single degree of liberty were used to test the overall effects of substitution. The level at which differences were considered significant was  $p < 0.05$ .

## 3. Results and discussion

### 3-1. Primary and secondary metabolites

The results of the chemical composition of primary and secondary metabolites of carob are shown in Table 1.

**Tab. 1.** Chemical composition of primary and secondary metabolites of carob .

Chemical composition in metabolites Primary	Quantity (%)
Humidity	14.76 ± 0.27
Mineral matter	2.45 ± 0.16
Dry matter	85.23 ± 0.27
Crude protein	8.60 ± 0.25
Crude lipid	4.48 ± 0.24
Chemical composition of Secondary metabolites	Mg/g DM
Total phenols (CPT)	± 0.21

According to our results (Table 1), the amount of water present in the fruit is estimated at 14%. These results are similar to those of [Yousif Alghzawi, \(2000\)](#). While those of [Youssef et al, \(2013\)](#) are inferior to ours. These authors explain this difference by the influence of pedoclimatic factors, the variety of carob tree and the prerequisites for analysis (time interval between collection and assignment of analyses).

**3-1-1. Lipids:** The lipid content (Table 1) is slightly higher than that reported by [Youssef et al, \(2013\)](#), who only included the powder from the pulp of the carob bean, while the seed contains the highest proportion of lipids.

**3-1-2. Mineral matter:** The mineral content of carob powder result (Table 1) is consistent with that of [Youssef et al, \(2013\)](#), these levels are explained by the geographic origin of the samples, including climatic conditions and sedaphic properties of the soils. According to [Kamal et al, \(2013\)](#), sulfur predominates at 17,577.80 mg/kg, followed by phosphorus at 2,255.21 mg/kg, calcium at 22,123 mg/kg and trace elements: iron, manganese, zinc and copper.

**3-1-3. Crude protein:** The protein content (Table 1) is slightly higher than that of [Youssef et al, \(2013\)](#). Research by [Yousif and Alghzawi, \(2000\)](#) indicates that aspartic acid was the most abundant amino acid (4.13 mg/ g dry weight) followed by alanine (2.76 mg/g dry weight). On the other hand, the amount of the cysteine-methionine pair was notably low, lysine (0.26 mg/g dry weight) rather than the previous amino acid pair was the least abundant amino acid. [Ayaz et al, \(2009\)](#) state that the amino acid composition of carob is acceptable and well balanced except lysine, compared to the standard protein level reported by the WHO ([World Health Organization, 2007](#)).

**3-1-4. Total phenols:** Our results in Table 1 are consistent with those of [Avallone et al. \(1997\)](#) and [Owen et al. \(2003\)](#). They are slightly lower compared to those found by [Ortega et al, \(2011\)](#). This difference is interpreted by geographical origin, variety and degree of ripeness. [Youssef et al, \(2013\)](#) found that carob phenols consist of 11 components including chlorogenic acid and caffeic acid, both of which are antioxidants that inhibit formation mutagenic and carcinogenic N-nitrosating compounds in vitro ([Han et al., 2007](#)). In addition, certain phenolic acids contribute to the fight against various types of cancer, including breast, lung and stomach cancers ([Kumazawa et al., 2002](#)).

### 3-2. Estimation of the freshness index of minced sheep meat

Oxidation degree of meat is illustrated in Table 2.

**Tab. 2.** Malondialdehyde MDA content (mg/kg) in minced sheep meat.

Shelf life Treatments	After 1 hour	After 2 Hours	After 4 hours
<b>Control meat</b>	0.97 ± 0.41a	1.82 ± 0.19a	1.97 ± 0.4a
<b>(Meat processed at 5 %)</b>	0,679 ± 0.037of	0,879 ± 0.067b	0.932 ± 0.095b
<b>(Meat processed to 10 %)</b>	0,542 ± 0.019f	0,702 ± 0d	0,781 ± 0.036c
<b>(Meat processed at 15 %)</b>	0,182 ± 0.021g	0,566 ± 0.009f	0,609 ± 0.011ef

(n = 15 ± cartype) (a,b, c, d, e are homogeneous groups at p < 0.05)

According to our results, the use of 15% carob powder has a greater oxidation inhibitory effect compared to other concentrations. According to ([Brand-Williams et al., 1995](#)) free radicals and antioxidant com-

pounds form a complex which slows down the appearance of oxidation products. The antioxidant activity of phenolic compounds is largely dictated by their molecular structure and concentration. ([Marian Naczka et al., 2003](#)) adds that this complicates both the determination of the antioxidant activity of complex mixtures of phenolic compounds extracted from plants and the interpretation of experimental data during the application of the latter on meat.

Furthermore ([Irene Albertos et al., 2015](#)) confirms that carob seeds possess antioxidant activity capable of significantly inhibiting the oxidation of lipids (peroxidation value (PV), hydroperoxides, TBARS, rancid odour), loss of  $\alpha$  tocopherol, colour modification and protein oxidation (Carbonyls). Some researchers such as [Bastida et al, \(2009\)](#), suggest that it would be more interesting to test this vegetable powder on meats with a high level of unsaturated fatty acids. Nevertheless, further studies are needed to evaluate its antimicrobial properties and potential health benefits.

### 3-5. Rheological and characteristic study of flour enriched with carob powder

The characterisation of the control flour and those enriched with carob powder are shown in Table 3.

**Tab. 3.** Characteristics of control flour and those enriched with carob powder .

Samples	Protein %	Humidity %	Ashes %
<b>Control flour</b>	11,28 ± 0.125a	14,59 ± 0.022a	0,59 ± 0.036b
<b>Flour fortified to 1 %</b>	11,29 ± 0.149a	14,52 ± 0.022ab	0,62 ± 0.075b
<b>Flour fortified to 2 %</b>	11,25 ± 0.089a	14,4 ± 0.062b	0,66 ± 0.036a
<b>Flour fortified to 3 %</b>	11 ± 0.361a	14,4 ± 0.069b	0,66 ± 0.026a

(n = 15 ± cartype) (a,b, c, d, e are homogeneous groups at p < 0.05).

The characteristics of the control flour and those enriched with carob powder are expressed in Table 3 and show no significant difference (p > 0.05) between control flour and fortified flour with carob powder in terms of protein and ash. On the other hand, the moisture content of the control flour is significantly higher (p < 0.05) than that of enriched flours, since the dry matter brought back by the carob lowers the humidity.

The results of the rheological characteristics of the control and fortified flour are given in Table 4.

**Tab. 4.** Rheological characteristics of control and enriched flour .

W and (W/L) Fortified flours	W(baking force)	P/L (toughness, extensibility and deformation work)
<b>Control flour</b>	164 ± 4.82a	0.49 ± 0.048b
<b>Flour enriched to 1 %</b>	167 ± 1.32a	0.62 ± 0.035a
<b>Flour fortified to 2 %</b>	160 ± 7.05a	0.54 ± 0.045ab
<b>Flour fortified to 3 %</b>	160 ± 3.5a	0.36 ± 0.045c

(n = 15 ± cartype) (a,b, c, d, e are homogeneous groups at p < 0.05)

With regard to baking strength (W), no significant differences are reported between the different flour. The P/L ratio of flour fortified to (1%) is significantly greater ( $P < 0.05$ ) than that of the control with an estimated difference ratio of 20.97%.

We conclude that the inclusion of (1%), (2%) and (3%) of carob powder in wheat flour has no impact on rheological properties. Nevertheless, baking strength (W) and P/L ratio are more important in flour fortified with (1%). This improvement is probably due to the gelling properties of the pectins and galactomannan gum that carob contains.

#### 4. Conclusion

Carob powder has an oxidation-inhibiting effect on sheep meat which was explained by the significant lowering of the MDA content recorded in meat treated with carob powder. In addition, the 15% concentration had the greatest antioxidant effect. In this case; it is possible to incorporate carob powder as an industrial-scale preservative of meat products as long as it does not require purification technologies or extraction of phenols to benefit from its antioxidant effect. Moreover, substitution of common high consumed wheat flour with a concentration of 1% carob powder improves the rheological parameters of the flour.

#### References

- AFNOR (Association Française de Normalisation) (1985). Animal feeding stuffs , French and community methods of analysis. 2nd edition, 200 p.
- Ali K. Yousif, H.M., Alghzawi. (2000). Processing and characterisation of carob powder. *Food Chemistry*. 69-283-287.
- Avallone R, Plessi M., Baraldi M. and Monzani A., (1997). Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol.10 , pp.166-172
- Ayaz, F. A., Torun, H., Glew, R. H., Bak, Z. D., Chuang, L. T., Presley, J. M., (2009). Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 286-292.
- Bastida, S., Sanchez Muniz, F. J., Olivero, R, Perez-Olleros, L, Ruiz-Roso, B., and Jimenez Colmenero F., (2009). Antioxidant activity of carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage. *Food Chemistry*, 116(3), 748-754.
- Bouhrem, I, Benabdelmoumene D, (2020) Le caroubier : valorisation et utilisation industrielle. Revue algérienne des sciences, numéro 6/2021, ISSN : 2661 -7064
- Bate-Smith, E.C., (1973). Hach analysis of tannins: the concept of relative astringency. *Phytochemistry* 12, 907-911.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.F., and Berset, C., (1995). Use of the radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*. Pp. 28 -25-30.
- Corsi, B., Cozzi, A., Arosio, P., Drysdale, J., Santambrogio, P., Campanella, A., Biasotto, G., Albertini, A., & Levi, S. (2002). Human mitochondrial ferritin expressed in HeLa cells incorporates iron and affects cellular iron metabolism. *Journal of Biological Chemistry*, 277, 22430-22437.
- Duchêne Christelle, Gilles Gandemer, (2016). Nutritional values of meats; Meat and Meat Products, VPC-2016-32-3-5.
- Han, X. Z., Shen, T. and Lou, H. X. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *Int. J. Mol. Sci.*, 8: 950 – 988.
- Guemour D, Bannelier C, Dellal A and Gidenne T., (2010). Nutritive value of sun-dried grape pomace, incorporated at a low level in complete feed for the rabbit bred under Maghrebian conditions. *World Rabbit Sci.*, 18: 17 - 25. <http://dx.doi.org/10.4995/wrs.2010.18.03>
- Guenauoui M, D J Guemour and S Meliani, (2019). Evaluation of chemical composition of carob meals (*Ceratonia siliqua* L.) and its effect on growth performance in fattening rabbits. Published in: *Livestock Research for Rural Development* 31 (8) 2019.
- ISO 659, (1998). Oilseeds — Determination of oil content (reference method)
- Karkacier, M., Artık, N., (1995). Determination of physical properties, chemical composition and extraction conditions of carob beans (*Ceratonia siliqua* L.). *Gıda* 20 (3), 131-136.
- Kjeldahl, J. (1883) A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22, 366-382. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>
- Kumazawa S., Taniguchi, M., Suzuki, Y., Shimura, M., Kwon, M. and Nakayama, T. (2002). Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. *J. Agric. Food Chem.* 50 (2). PP 373 – 377.
- Kamal E. Youssef, Moshera M. El-Manfaloty, Hend M. Ali, (2013), Assessment of Proximate Chemical Composition, Nutritional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia Siliqua* L.), *Food and Public Health* 2013, 3(6): 304-308.
- Lorenzo, J.M., Munekata, P.E.S., Gómez, B., Barba, F.J., Mora, L., Pérez Santaescolástica, C., Toldrá, F., (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products – A review, *Trends in Food Science & Technology*.
- Makris and Kefalas (2004). Carob Pod Polyphenolic Antioxidants, *Food Technol. Biotechnol.* 42 (2) 105-108.

## Microbiological quality of bovine milk from the dairy basin of Relizane for cheese processing .

BEKIHAL Amin<sup>1\*</sup>, DAHOU Abdelkader El Amine<sup>1</sup>, TAHLAITI Hafida<sup>1</sup>, DOUKANI Koula<sup>1,2</sup>,  
SEDDAR YAGOUB Fatma<sup>1</sup>, HOMRANI Abdelkader<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Animal Production Sciences and Techniques, Faculty of Natural and Life Sciences, Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem, Algeria

<sup>2</sup> University IBN KHALDOUN Tiaret, Algeria.

### ARTICLE INFO

#### Keywords :

Knowledge,  
native microflora,  
Relizane dairy basin,  
cheese technology production.

### ABSTRACT

The prior knowledge of the native microflora of milk, in order to favour useful flora and inhibit pathogenic flora, has become one of the key factors in the control of cheese quality. In this context, an approach to evaluate the bacterial flora of collected cow's milk was tested in the dairy basin of Relizane, in the Dahra region, in three cow's milk producing communes: Djidiouia, Mazouna and Zemmoura, by counting, over a period of high lactation, the total flora, the lactic flora and the pathogenic flora. This assessment will allow us to determine and characterize the bacterial ecosystem at the collection of milk necessary for the orientation of heat treatments in pre-processing and the adaptation of cheese technology at the industrial pole of Sidi-Saada. The results of the microbiological control gave the classification of the milk in class C of unsatisfactory hygienic quality by the presence of a total flora exceeding 106 cfu/ml and the dominance of lactic flora by a majority presence of 72% of the presumed species of Lactococcus and 28% of Enterococcus, and a pathogenic flora dominated by 99% by total coliforms and 1% by Staphylococcus. Prior knowledge of the native lactic microflora of the milk has become a necessary orientation for the cheesemaker, which allows on the one hand the orientation of the treatment and processing techniques and on the other hand to preserve the typicality of the cheeses manufactured.

## 1.Introduction

The production of cow's milk often comes up against the problem of quality management, which penalizes both producers and processors. Hygiene conditions on farms and the maintenance of the cold chain throughout the production circuit up to the dairies are all sources of contamination that need to be controlled in order to preserve the hygienic quality of the milk necessary for a directed dairy technology (Aggad *et al.*, 2009; Faye and Loiseau, 2002; Ghazi and Niar, 2011; Labioui, 2009; Mennane *et al.*, 2007; Srairi *et al.*, 2005 and Yuan *et al.*, 2022).

The processors, in their quality approach, are convinced of the need to involve their producer and collector partners in the application of good production practices in order to improve the quality of the raw

milk received. The importance of the native quality concept of the raw material, in this case raw milk, is considerable in the elaboration of derived products typical of each region (Montel *et al.*, 2014; Vignola and Amiot, 2002).

These aspects of improving the quality of raw cow's milk by preserving the original bacterial flora have, however, been little studied. The specificities of the context of cattle breeding in Algeria, dominated mainly by the fluctuation of the hygienic quality of milk oriented towards the cheese industry, imposed the conduct of this study whose main objective was the appreciation of the native microflora of milk by the characterization of the main contaminants that affect the bacteriological quality of raw cow's milk at the level of the Relizane dairy basin, of the 03 communes with a great production potential; Djidiouia, Mazouna and Zemmoura, in order to orientate the transformation to an adapted cheese technology.

\*Corresponding author.

E-mail address: [aminebekihal82@gmail.com](mailto:aminebekihal82@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 14 February 2023;

Accepted 01 March 2023

## 2. Material studied, area descriptions, methods and techniques:

### 2-1. Selection of regions and collection of milk samples

Random sampling was carried out during the high lactation period (from March 2022 to June 2022) around the major milk production centre, in the dairy basin of Relizane, in the Dahra region. Thus, the sampling areas concern the three milk-producing communes of Relizane: Djidiouia, Mazouna and Zemmoura. Forty-eight samples of raw milk were taken at a rate of 4 samples per month per potential collector in each commune.

The milk samples were collected aseptically in sterile containers and kept at low temperatures until the experimental analyses were carried out in the laboratory.

### 2-2. Microbiological analyses : Research and enumeration of contamination germs :

Different dilutions with tryptone salt solution (TSE) were used depending on the nature of the sample; they varied between  $10^{-1}$  and  $10^{-8}$ .

For each sample, five groups of bacteria were searched for: total aerobic mesophilic flora, faecal streptococci, faecal coliforms, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulphite-reducers and technological flora (De Reu et al., 2004).

Total aerobic mesophilic flora (FMAT) was tested and enumerated on plate count agar (PCA) after incubation at 30 °C for 72 h (F.I.L., 2018).

Total and faecal coliforms (CT) and (CF) were tested and enumerated on crystal violet and neutral red bile agar (VRBL), incubated 24 h at 44 °C. All red (lactose+) colonies with a minimum diameter of 0.5 mm that appeared were considered faecal coliforms (JORA, 2017).

*Staphylococcus aureus* (SA) were tested and counted on Baird Parker agar supplemented with egg yolk and potassium tellurite and incubated at 37 °C for 24-48 h. Colonies appeared black, shiny, convex and surrounded by a clear halo approximately 2-5 mm in diameter. Confirmation was done by Gram stain (+) and testing for catalase (+) and coagulase (+) (Baazize, 2005).

Faecal streptococci (SF) were enumerated on Rothe's medium (Institut Pasteur, Algeria). One millilitre of each test sample was added to 9 ml of TSE broth. This gave a stock dilution of  $10^{-1}$  from which decimal dilutions were made. Then, one millilitre of each dilution was placed in three tubes of Rothe's presumptive medium. After incubation for 48 h at 37 °C, the contents of the positive tubes, i.e. showing cloudiness, were then plated onto bile, esculin and sodium azide (BEA) agar used for confirmation and incubated at 37 °C for 24 and 48 h (F.I.L., 2018).

For *Clostridium* sulphite reductans (CSR) at 46°C on Meat and Liver VF medium supplemented with iron alum and sodium sulphite, an aliquot of milk placed in a sterile tube was previously heated for 10 min at 80°C in order to destroy the vegetative forms and activate the spores. Then, using a sterile pipette, 1 ml of the test sample (milk heated for 10 min at 80 °C) was placed in the VF selective medium (Baazize, 2005).

For the technological flora, inoculation was carried out from the different dilutions by spreading 100µL of the dilutions made on MRS agar and M17 agar. The cultures thus produced were incubated at 37°C

for 24 to 72 hours (Gusils et al., 2010).

## 3. Results and discussion

With regard to the criteria required by the Official Gazette of the Algerian Republic N°39 of 02/07/2017, relating to the microbiological specifications of raw milk, the results obtained during the analysis of the 48 samples are summarized on the table as follows:

Tab. 1. microbiological analysis

	Milk collected from the communes			Average
	Djidiouia	Mazouna	Zemmoura	
FMAT CFU/ml	2 10 <sup>6</sup>	5 10 <sup>6</sup>	1,2 10 <sup>6</sup>	2,7 10 <sup>6</sup>
CT CFU/ml	2 10 <sup>2</sup>	1,5 10 <sup>4</sup>	1,6 10 <sup>2</sup>	5,6 10 <sup>3</sup>
CF CFU/ml	0	0	0	0
SF CFU/ml	0	0	0	0
SA CFU/ml	0	1,5 10 <sup>2</sup>	0	50
CSR CFU/ml	0	0	0	0
Technological flora	Lactococcus CFU/ml	2 10 <sup>3</sup>	5 10 <sup>3</sup>	1,8 10 <sup>3</sup>
	Enterococcus CFU/ml	8 10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	1,65 10 <sup>3</sup>

In the light of the results obtained, it appears that the milk is increasingly contaminated as it passes through the various stages of production in the milking parlour, the means used in collection, transport, arriving at the reception of the dairy industry. Thus, from the udder to the milk storage tank, the non-regulation of production and collection practices led to fluctuations in the microbiological quality of the milk studied.

Indeed, this rapid deterioration of the bacteriological quality of the milk throughout the production chain is the result of successive contamination from utensils, udders, teat cups, milking environment, milking hands, milking, collection and transport equipment. It is during the harvesting process that milk becomes contaminated, and the more it is handled, the greater the risk of bacterial contamination.

Bacterial research revealed that milk from the Mazouna region was the most contaminated and carried the germs of interest (FMAT, CT and SA). The collection area of this commune is the largest and the effect of adding several raw milks from different cows contributes to the lower quality of the blended milk (tank milk).

In addition, *Staphylococcus aureus* was present in the Mazouna milks and is a contagious agent living on the cow's udder and is transmitted from cow to cow (Meskini et al., 2021). This bacterium can enter the milk either by direct excretion from udders with clinical or sub-clinical staphylococcal mastitis or by environmental contamination during handling and processing of raw milk (Mennane et

*al.*,2007). When the udder is infected,

*Staphylococcus aureus* is excreted in milk in amounts that have shown wide fluctuations, from 0 to  $1.5 \cdot 10^2$  CFU/ml. These results, which are in agreement with those of Meskini *et al.* (2021), suggest that the bacterium may originate mainly from the water used during the different milking steps, from the hands of the milkers and from the udders.

The presence of total aerobic mesophilic flora (FMAT) in raw milk provides information on the overall hygienic quality of the farm. FMAT includes spoilage or contamination microorganisms, acidifying lactic flora and sometimes pathogenic bacteria. The enumeration of this flora is the most common method used by milk processing units to assess the bacterial quality of milk and is therefore an important indicator of hygiene conditions during milking (Aggad *et al.*, 2009 and Yuan *et al.*, 2022). The high presence of this flora in milk samples from refrigeration tanks is probably the result of intense bacterial multiplication, favoured by the lack of hygienic conditions during milking and milk storage. The average enumeration obtained classifies our milk in category C of more than  $10^6$  CFU/ml.

The presence of total faecal coliforms in raw milk indicates an environmental source of contamination. Their abundance in raw milk reflects the non-observance of sanitary provisions required during milking for milk collection, and probably contamination during milk storage. The main vectors are strongly linked to the teat skin, soiled by faeces and poorly designed and cleaned milking equipment (Baazize, 2005). Indeed, Meskini *et al.* (2021) were able to report that poor cleaning of milk contact containers on the farm leaves residual levels of contamination.

### Technological flora

Lactic acid lactococci play an essential role in the production of fermented milk and cheese (Dahou *et al.*, 2015). They can be present as wild lactic acid bacteria, natural elements in the milk flora, brought in by teats, milking and milk storage equipment and the manufacturing plant, or deliberately seeded into the milk. *L. lactis* is a model bacterium for fundamental research and has been the subject of numerous studies for several decades. It is also the first lactic acid bacterium whose genome has been completely sequenced.

Enterococci are lactic acid bacteria that have been used for centuries in food processing. These micro-organisms play an essential role in the preservation (extension of storage time) and bacteriological quality of foods, while respecting their nutritional and organoleptic properties. However, they are markers of faecal contamination (*Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*) and are also involved in the development of nosocomial diseases. The genetic plasticity (transfer of genetic elements) of these bacteria allows them, on the one hand, to adapt to many ecosystems and, on the other, to be vectors of antibiotic resistance and bacterial virulence (Faye and Loiseau, 2002). Consequently, the use of enterococci in the food industry is increasingly controversial. Involved in the fermentation of many foods (milk, vegetables, meat and fish), enterococci are capable of producing various antimicrobial molecules (lactic acid, bacteriocin or hydrogen peroxide). These properties make them indispensable to the food industry. When used as protective micro-organisms, they must be carefully characterised and studied in advance to demonstrate their safety.

## 4. Conclusion

This study shows that the increase in the bacterial load of milk throughout the production chain on the farm is the result of successive contaminations associated with poor hygiene practices during milking. The search for the sources of contamination at the collection of raw milk showed that the non-regulation of production practices is the source of contamination of milk by the bacteria of interest. To improve the quality of raw milk, various hygiene measures in the stables and during milking must be applied by farmers, all the more rigorously and systematically as the environment of the animals is highly contaminated. Reducing this environmental contamination requires the implementation of manure storage and spreading practices to avoid the recycling of bacteria and their dissemination. This is difficult to achieve without the effective participation of farmers and prior information efforts for them. The hygienic quality of the milk and the stability of its constituents give rise to oriented processing, a very wide range of dairy products and controlled typicality.

## Acknowledgements

The authors would like to thank all the staff of the Laboratory of Animal Production Sciences and Techniques, the Quality Control and Agro-Livestock Services of the Sidi-Saada Dairy in the region of Relizane who contributed to the preliminary realization of this study for a doctoral project.

## References

- Aggad, H., Mahouz, F., Ahmed Ammar, Y., & Kihal, M. (2009). Evaluation of the hygienic quality of milk in western Algeria. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 160(12), 590-595.
- Baazize D., 2005, Hygienic and sanitary quality of raw cow's milk. Dissertation of Magistère in hygiene and quality of milk, University Saad Dahleb of Blida (Algeria).
- Dahou Abdelkader El Amine, Homrani Abdelkader, Bensaleh Farid and Medjahed Mostefa. 2015. The lactic microflora of a traditional Algerian "jben type" cheese: knowledge of local dairy microbial ecosystems and their roles in cheese making. *Afrique SCIENCE* 11(6) (2015) 1 - 13 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., & Herman, L. (2004). A Belgian survey of hygiene indicator bacteria and pathogenic bacteria in raw milk and direct marketing of raw milk farm products. *Journal of Food Safety*, 24, 17-36. doi: 10.1111/j.1745-4565.2004.tb00304.x
- Faye, B., & Loiseau, G. (2002). Sources of contamination in the dairy industry and examples of quality approaches. In *Food safety management in developing countries: Proceedings of the international workshop*, Montpellier, France (pp. 11-13).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2003). *Food safety management in developing countries*. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/006/v8705e/v8705e00.htm>
- F.I.L ; reference ISO 707/ F.I.L October 2018 : Defined standards for microbiological and chemical analysis of milk, milk products and milk powder
- JORA " Official gazette of the Algerian Republic N°39 du 02/07/2017. Relative to the microbiological and physico-chemical specifications of certain foodstuffs.

- Ghazi K. and Niar A. (2011). Hygienic quality of raw cow's milk in different farms in the wilaya of Tiaret (Algeria). *TROPICULTURA*, 2011, 29, 4, pp :193-196.
- Gusils C., Chaia A. P., Olivier G. and Gonzalez S. (2010). Microtechnique for identification of lactic acid bacteria. *Methods in molecular biology*, Vol. 268: Public Health Microbiology: Methods and Protocols. Humana Press. Totowa (2010) 453-458.
- Labioui, H., Laarousi, E., Benzakour, A., El Yachoui, M., Berny, E., & Ouhssine, M. (2009). Physico-chemical and microbiological study of raw milk. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 148, 7-16.
- Mennane Z., Ouhssine M., Khedid K. and Elyachoui M. (2007). Hygienic quality of raw cow's milk feeding from waste in two regions in Morocco. *International journal of agriculture and biology*. Vol.9, n°1. pp: 46-48.
- Meskini Zakaria, Rechidi-Sidhoum Nadra, Bounaama Khalil, Dahou Abdelkader El Amine, & Homrani Abdelkader. (2021). Management practices on dairy cattle breeding farms in northwest of Algeria. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 54(1), 10-17. doi: 10.2478/spasb-2021-0002
- Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D., Desmaures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136-154. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019
- Srairi, M. T., Hasni Alaoui, I., Hamama, A., & Faye, B. (2005). Relationships between husbandry practices and overall quality of cow milk in suburban cowsheds in Morocco. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156(3), 155-162.
- Vignola C.L. and Amiot J. (2002). *Milk Processing Science and Technology*. Polytechnique International Press Edition, Canada. pp. 3-600
- Yuan H., Han S., Zhang S., Xue Y., Zhang Y., Lu H., Wang S. (2022). Microbial Properties of Raw Milk throughout the Year and Their Relationships to Quality Parameters. *Foods* 2022, 11, 3077. <https://doi.org/10.3390/foods11193077>

## Survey on the performance of reproduction of some imported dairy cattle farms in the region of Mostaganem.

DOUBBI BOUNOUA Lahcen<sup>1\*</sup>, DAHOU Abdelkader El Amine<sup>1</sup>, HALBOUCHE Miloud<sup>2</sup>, HOMRANI Abdelkader<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Sciences and Techniques of Animal Production, Department of Food Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem

<sup>2</sup> Laboratory of animal and applied physiology, Faculty of Natural and Life Sciences, Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem

### ARTICLE INFO

#### Keywords :

Performance,  
Reproduction,  
Dairy cattle,  
Milk production,  
Fertility .

### ABSTRACT

Efficient reproduction of dairy cattle is the result of optimal calving intervals which, in turn, result in optimal milk and calf production per unit time. In addition, animals with reproductive failure are culled, limiting the choice of available animals capable of reproduction, and therefore limiting the genetic progress of traits of interest to breeders. Thus, the increase in the level of milk production will be at the expense of the fertility of dairy cows. In this regard, in our study, it was important to know what are the factors contributing to this decrease in fertility and how this level of production can affect the fertility of these cows. It is in this context that our study was carried out and the objectives assigned to the present work were to study the influence of the parameters of the beginning of lactation on the reproductive performance of dairy cows. Through the results obtained we noted the following points. The reproductive performances recorded show a poor management of the production of dairy cows. Several factors could explain these results, starting from the late setting of the dairy cows to the drying up, the bad detection and/or synchronization of the heats leading to a considerable loss of time for the reprogramming of the females to the reproduction.

### 1.Introduction

The dairy sector is of strategic importance because of its impact on food security and its place in the socio-economy. Following the increase of the milk needs of the Algerian population, Algeria had recourse to the importation of cows with high genetic potential. These cows, whose selection in their countries of origin was oriented towards milk production, have experienced, in recent years, a deterioration of reproductive performance. This finding of declining fertility is a data encountered in many studies conducted in Algeria (Ghozlane *et al.*, 2010, Bouzebda *et al.*, 2006), Tunisia (Ben Salem *et al.*, 2007), France (Kiers *et al.*, 2006) and England (Pryce *et al.*, 2004). However, the success of reproduction is essential and crucial for the economic profitability of the farm; it is a prerequisite for any production (Meskini *et al.*, 2021). Indeed, an efficient dairy production system must maximize

individual cow productivity per unit of feed and per unit of time (Soltner, 2001;Walsh *et al.*, 2011). Efficient reproduction results in optimal calving intervals, which in turn results in optimal milk and calf production per unit time. In addition, animals with reproductive failure are culled, thus limiting the choice of available animals capable of reproduction, and consequently the genetic progress of traits of interest to breeders. Thus, the increase in the level of milk production has been at the expense of the fertility of dairy cows. In this regard, it is important to know what are the factors contributing to this decrease in fertility and how this level of production can affect the fertility of these cows? The objective of this work is to evaluate the reproductive performance and milk production performance of some dairy farms, and to study the influence of some factors of the beginning of lactation on the reproductive performance of the cows followed such as the maximum production (peak milk production), the cumulative milk production during the first 100 days, the protein

\*Corresponding author.

E-mail address: [lahcendoubbi@gmail.com](mailto:lahcendoubbi@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 12 February 2023;

Accepted 01 March 2023

rate of the two first controls (TP), the butter rate (TB) and the TB/TP.

## 2. Material and Methods

### 2-1. Choice of farms

We solicited practicing veterinarians to propose some of their clients, after which some farms were chosen for the following reasons:

- The availability and accessibility of information on the conduct of reproduction, feeding and milk production of cows;
- The size of the herd;
- The collaboration of the farmer

### 2-2. Origin and collection of data

Our study focuses on the analysis of data related to the parameters of reproduction and lactation of dairy cows (96 cows) recorded during the period of high lactation from January to June 2020.

The information used in this study was obtained after interviews with farm personnel (farm owner and veterinarian) and personal observations. Visits were made to each of these farms to collect data on milk production and reproduction

### 2-3. Reproduction data

We collected the following data: the cow's identification number, the lactation rank and the breed of the cow, the dates of the calvings and the dates of the inseminations allow us to calculate the reproduction parameters classically described in the literature, namely: Reproductive performance based on fertility parameters.

### 2-4. Data on milk production

We collected the daily milk production quantities of each cow. Thus, for each cow, two milk samples were taken during a period of 15 to 30 days for the first control and during 45 to 60 days for the second control. These samples are directly transported to the laboratory (in a cooler and kept at 4°C) to perform their physicochemical analysis.

### 2-5. Statistical processing

The final database was constituted by gathering all the available data in an Excel file. After having collected and sorted all the available data, we constituted a final database containing all the parameters necessary for the statistical treatment. The data were analyzed with the software "SPSS" Version 20 and Microsoft Office Excel 2007. Descriptive statistics (means, standard deviations and proportions) were calculated for each parameter.

## 3. Results and discussion

### 3-1. Descriptive analysis of the cows followed

**3-1-1. Distribution of cows by parity:** Our study focused on the analysis of data from 35 primiparous cows and 61 multiparous cows (Figure 1).

**3-1-2. Distribution of cows by calving season** To simplify the analysis, 4 seasons have been distinguished:

- Winter: December, January and February,
- Spring: March, April and May,

- Summer: June, July and August,
- Autumn: September, October and November

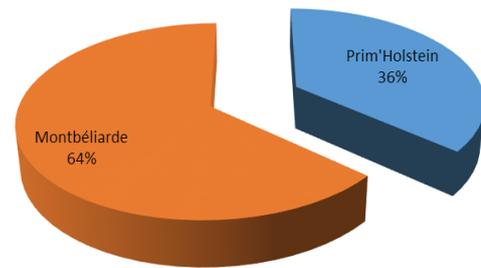


Fig. 1. Distribution of dairy cows monitored according to parity .

The distribution of the cows monitored according to the calving season is shown in figure 2

- 27% in winter ;
- 43% in spring ;
- 13% for summer ;

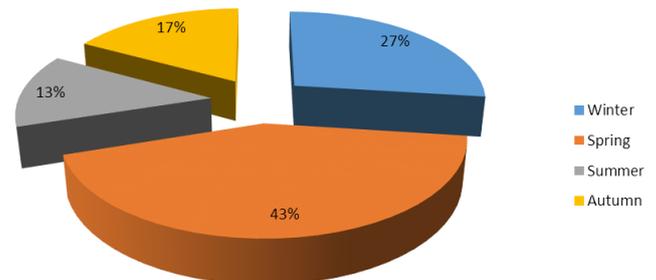


Fig. 2. Distribution of lactations studied according to the calving season of dairy cows .

- 17% for autumn.

**3-1-3 Distribution of cows according to their level of milk production at peak** The average milk production at peak (mean  $\pm$  standard deviation) is  $22.07 \pm 2.52$  kg of milk. The median value is 22 kg. The peak milk yields were coded as qualitative variables and divided into three classes

- A class of cows with low peak milk production ( $PM < 18$ kg)
- A class of cows with medium peak milk production ( $18 \leq PM \leq 21$ kg)
- A class of cows with high peak milk production ( $PM > 21$ kg)

Figure 3 shows the distribution of the studied lactations according to the milk production at peak lactation. 33, 55% of the cows have low peak milk production ( $PM < 18$ kg), 38.56% of the cows have medium peak milk production ( $18 \leq PM \leq 21$ kg) and 27.88% of the cows have high peak milk production.

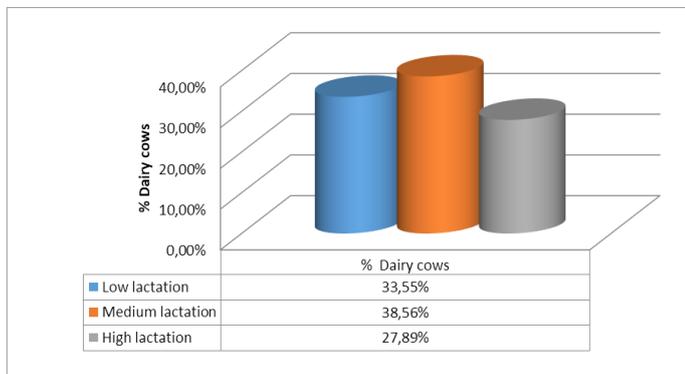


Fig. 3. Distribution of dairy cows according to their level of milk production at peak .

**3-1-4 Distribution of cows according to their cumulative milk production level during the first 100 days:** Milk production during the first 100 days (mean  $\pm$  standard deviation) was  $1680.73 \pm 151.72$  kg of milk. The median value is 1568 kg. The cumulative milk production during the first 100 days was coded in qualitative variables and divided into three classes:

- A class of cows whose cumulative milk production during the first 90 days is a low period (PL100 days < 1500kg)
- A class of cows whose cumulative milk production during the first 90 days is a medium period (between 1500 < PL100days < 1700kg)
- A class of cows whose cumulative milk production during the first 90 days is a high period (PL100days > 1700kg)

Figure 4 shows the distribution of the lactations studied according to the milk production during the first 100 days. 41.39% of the cows have an average cumulative milk production during the first 100 days.

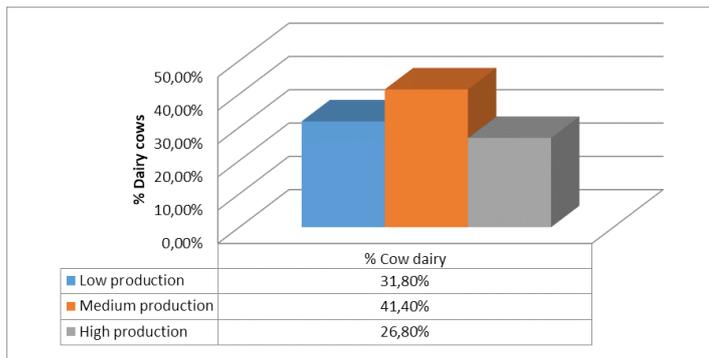


Fig. 4. Distribution of dairy cows according to their level of cumulative milk production during the first 100 days .

### 3-1-5 Analysis of the reproductive performance of the monitored dairy cows

#### 3-1-5-1 Fertility parameters

##### Calving interval - 1st insemination

In the light of the results obtained, the time to reproduction is on average  $132.4 \pm 54.4$  days. These results are far from the usual objectives for efficient reproductive management and optimal productivity. The calving-first insemination interval recorded in our study is lower than the results obtained by other authors in other regions of Algeria, Kaouche-Adjlane et al. (2016) ( $166 \pm 59$  days), Zineddine et al., (2010) ( $159 \pm 89$  days). On the other hand, it is higher than that

obtained in France (81.8 days) (Kiers et al., 2006) and in Canada (87 days) (Bouchard and Du Trembley, 2003).

##### Calving interval - fertilizing insemination

The results show an average IV-IAF of  $159.1 \pm 49.5$  days. This obtained time exceeds the target reported by Disenhaus et al. (2010). It is better compared to that found by Kaouche-Adjlane et al. (2016) ( $188 \pm 47$  days), Zineddine et al. (2010) ( $193 \pm 108$  days).

#### 3-1-5-2 Fertility parameters

##### Success rate at first insemination (TRIA1)

We have 48.1% of cows fertilized in first insemination, while the objective of the literature is 60%. This result is also lower than the rates reported by Kaouche-Adjlane et al. (2016) or ( $70 \pm 11\%$ ), Zineddine et al. (2010) or 67.4%.

##### Percentage of cows with 3IA and more

Infertility of dairy cows begins when we have more than 15% of cows that need more than 3 inseminations to be fertilized. In our case, 16.88% of cows are infertile after 3IA, which is bad compared to the standards, as well as compared to the results of Zineddine et al. (2010). However, this rate is close to that found by Bensalem et al. (2007) in Tunisia insemination.

##### The number of insemination for fertile insemination (AI/IAF)

The number of insemination to have a fertile cow is 1.85. This index is higher than the target specified by Disenhaus et al. (2010) but better than that of Bensalem et al. (2007) in Tunisia. On the other hand, compared to other studies done in Algeria by Zineddine et al. (2010), our result is considered very poor.

#### 3-1-6 Relationship between early lactation parameters and reproductive performance of dairy cows

##### 3-1-6-1 Cumulative milk production during the first 100 days and reproductive performance of dairy cows

With respect to fertility parameters, the increase in cumulative milk production during the first 100 days decreases significantly with increasing milk production. Indeed, cows with a high cumulative milk production during the first 100 days have a significantly lower success rate at first insemination (52%) compared to the other groups (Figure 5).

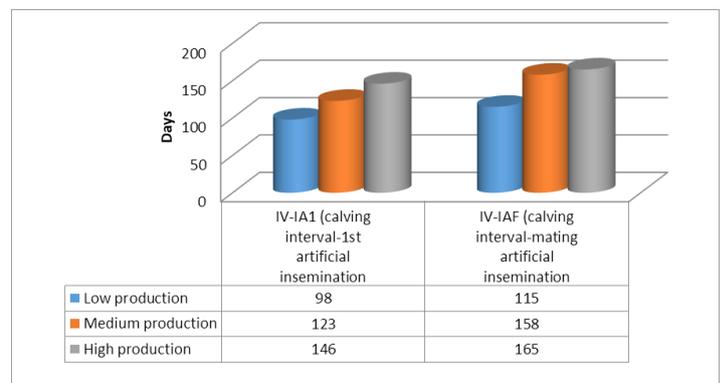


Fig. 5. Cumulative milk production during the first 100 days and interval between calving and mating insemination .

#### 4. Conclusion

At the end of this study and in the light of the results obtained we can highlight the following points. The reproductive performances recorded show a poor management of the production of dairy cows. The extension of the interval between calving and fertilizing insemination is largely due to the extension of the delay of the cows after calving, thus leading to a prolongation of the calving-calving interval which exceeds the economic objective of one year. These results indicate poor fertility of the cows monitored. Several factors could explain these results, starting with the poor detection and/or synchronization of heats resulting in a considerable loss of time for reprogramming the females to a new artificial insemination AI.

The technicality of the inseminators is also questioned, in particular, the failure to respect the time of insemination in relation to the time of appearance of true heat, and the place of deposit of the semen, the setting to the reproduction of certain females during the period of uterine involution, or with a bad body condition after calving and the food conduct could be also incriminated in particular the quality of the used forages. In order to face these problems, we recommend the improvement of the feeding management by a rigorous rationing during the first weeks of lactation, in order to avoid an excessive mobilization of the body reserves, it is a period during which the reproductive function is particularly sensitive to the nutritional imbalances and the metabolic disorders.

Rationing adapted to the physiological stage of the cows, by structuring the dairy herd in three groups at the beginning of lactation, in the middle of lactation and in dry period, by adapting the distribution of concentrated feed to the level of production, adapting the distribution of concentrate taking into account the digestive and metabolic processes of the ruminants in order to decrease the prevalence of metabolic diseases. To this end, concentrates should be incorporated into cow rations to cope with low forage availability and nutrient deficiencies: nitrogen and/or energy.

The dynamic evaluation of the individual nutritional and energy status through milk monitoring, i.e. the measurement of the protein and butter content of the milk and their TB/TP ratio at the beginning of lactation, are tools of the future, inexpensive and easy to implement, which the farmers will have to learn to master in order to anticipate the occurrence of imbalances. The improvement of reproduction management by a good heat detection which is an important factor of the success of artificial insemination and the control of the moment of insemination.

#### Acknowledgements

The authors thank all the staff of the Laboratory of Science and Technology of Animal Production and veterinary services of directorate of agricultural services of the wilaya of Mostaganem, Algeria.

#### References

- Bensalem M., Bouraoui R., Chebbi I., (2007). Trends and identification of variation factors of reproduction parameters in dairy cows in Tunisia. . *Rech. Ruminants*, 14, 371.
- Bouchard É., Du Trembley D., (2003). Portrait Québécois de la production. In: Symposium on Dairy Cattle. *Center de référence En Agriculture et Agroalimentaire du Québec*, 12 p.
- Bouzebda Z., Bouzebda F., Guellati MA., Grain F., (2006). Evaluation of reproductive management parameters in a dairy farm in northeastern Algeria. *Sciences & Technologie*, 24, 13-16.
- Disenhaus C., Cuttulis E., Freret S., Paccard P., Ponsart C., (2010). Towards consistency in heat detection practices: integrating the cow, the farmer and the breeding system. *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 113-120.
- Ghozlane MK, Atia A., Miles D., Khellef D., (2010). Artificial insemination in Algeria: Study of some influencing factors in dairy cows. *Livestock Research for Rural Development* 22 (2).
- Kaouche-Adjlane, S., Habi, F., Benhacine, R., El-Hadi, A. A., (2016). Study of some zootechnical parameters of reproduction and lactation in dairy cattle herds in the eastern region of Algeria. *Livestock Research for Rural Development* 2016 Vol 28 N°04
- Kiers A., Berthelot X., Picard-Hagen N., (2006). Analysis of the reproductive results of dairy cattle farms monitored with the VETOEXPERT software. *GTV Bulletin*, 36, 85-91.
- Meskini Zakaria, Rechidi-Sidhoum Nadra, Bounaama Khalil, Dahou Abdelkader El Amine, Homrani Abdelkader. (2021). Management practices on dairy cattle breeding farms in northwest of Algeria. Scientific papers : *Animal Science and Biotechnologies*. 54(1)
- Pryce JE, Royal MD, Garnsworthy PC, Mao IL, (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livest. Prod. Sci* 86, 125-135.
- Soltner D., 2001. General zootechnics, Volume I: The reproduction of farm animals. *Edition Science and Agricultural Technology*, pp224.
- Walsh SW, Williams EJ, Evans ACO, (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci* 123, 127-138.
- Zineddine E, Bendahmane M and Khaled MB, (2010). Reproductive performance of dairy cows using artificial insemination at the technical institute of Lamtar farms in western Algeria. *Livestock Research for Rural Development* 22 (11).

## Quelques données biologiques de la melva *Auxis rochei* (Risso, 1810), capturée sur la côte de Mostaganem.

BAALI Hanane & BENAMAR Nardjess<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences de la mer et de l'Aquaculture, Université de Mostaganem, Algérie.

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

*Auxis rochei*,  
côte de Mostaganem,  
rapports longueur-poids,  
sexe ratio,  
production.

### R É S U M É

Le présent document décrit la distribution des fréquences de tailles, les rapports longueur-poids ainsi que le taux de féminité et de masculinité d'un poisson très apprécié par la population mostaganemoise et ce à partir d'un échantillonnage de 110 poissons. Les données de capture de la melva en poids qui sont obtenues à partir de la Direction de Pêche de Mostaganem, ont permis d'étudier l'évolution de la production entre 2011 et 2021.

## 1.Introduction

Le thon et les espèces apparentées sont économiquement importants et sont considérés comme une source importante de protéines pour l'homme (Melanie *et al.*, 2017). L'espèce *Auxis rochei* (Risso, 1810), dont les noms vernaculaires sont : Melva, Melvera, Auxide et Bonitou est un poisson épipelagique, néritique et océanique qui apparaît dans les eaux chaudes. Les larves ont une haute tolérance de température qui s'étend au moins de 21,6 °C à 30,5 °C (Valeiras et Abad, 2006). Selon Niiya (2001), ce poisson est un géniteur multiple présentant un développement asynchrone des ovocytes. Plusieurs auteurs ont suggéré l'existence d'une migration génétique depuis l'océan Atlantique vers les zones de frai situées dans la Méditerranée à travers le détroit de Gibraltar (Sabatés & Recasens 2001) in (Valeiras & Abad (2006). Très peu de travaux ont été réalisés sur la melva dans l'ouest algérien. Ainsi ce travail se propose d'enrichir les connaissances sur cette espèce.

## 2.Matériel et méthodes:

Le choix de l'échantillonnage est un critère important et indispensable à prendre en considération, car il n'est pas facile, d'obtenir un échantillon qui soit représentatif, de la population étudiée. D'ailleurs, il est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre (Daget, 1976) in BENAMAR, 2011). L'échantillonnage a été réalisé mensuellement entre octobre 2015 et janvier 2016, les poissons proviennent tous du port de Mostaganem. Nous avons pu collecter au totale, 110 individus. Chaque individu est mesuré (longueur totale notée Lt) à l'aide d'un ichtyomètre au centimètre près. Les pesées du poids total (Wt) sont obtenues à l'aide d'une balance ayant une précision de 0.1 g et de portée maximale de 5 kg. Le sexe a été également relevé. Comme il n'existe aucun dimorphisme sexuel chez cette espèce, la dissection de la région abdominale est donc nécessaire pour déterminer le sexe.

Le sex-ratio (SR) traduit le taux de masculinité ou de féminité de

\*Corresponding author.

E-mail address: [nardjess16@yahoo.fr](mailto:nardjess16@yahoo.fr)

Received 27 October 2022; Received in revised form 16 February 2023;

Accepted 01 March 2023

la population considérée ; les proportions numériques des sexes sont exprimées en pourcentage respectif des mâles et des femelles. Nous avons calculé le taux de masculinité :

$$\% \text{ mâles} = \text{nombre de mâles} \times 100 / \text{nombre total des mâles et des femelles}$$

et le taux de féminité ( ElBakali *et al.*, 2010)

$$\% \text{ femelles} = \text{nombre de femelles} \times 100 / \text{nombre total des mâles et des femelles}$$

Une comparaison des proportions des deux sexes au risque de 5% est réalisée. Chez les poissons, certains ont un déterminisme du sexe environnemental, où des facteurs tels que la température, le pH de l'eau ou encore la photopériode peuvent influencer le sexe des individus. La densité d'individus ou encore les relations inter-individuelles, peuvent également conditionner le sexe.

D'une façon générale, les relations longueur-poids chez les poissons sont considérées comme des modèles de croissance allométrique (Palomares *et al.*, 1996 in (Mikembi *et al.*, 2019)). Les courbes de régression du type  $W = aL^b$  sont obtenues à partir des couples longueurs-poids, où  $W$  représente le poids de l'individu (g),  $L$  la longueur totale (cm). Les paramètres  $a$  et  $b$  pour chacune des équations de la relation Longueur- Poids ont été estimés par les analyses des régressions linéaires (Zar, 1999) in (Mikembi *et al.*, 2019).

Le taux d'allométrie  $b$  varie de 2 à 4, mais il est le plus souvent proche de 3. Quand  $b = 3$  il y a isométrie de croissance. Si  $b > 3$ , l'allométrie est majorante, le poisson grossit plus vite qu'il ne grandit. Si  $b < 3$ , l'allométrie est minorante, le poisson grandit plus vite qu'il ne grossit (Bouriga *et al.*, 2010).

### 3. Résultats & discussion

#### 3-1. Distribution des fréquences de tailles

L'*Auxis rochei* est une espèce incluse dans les thonidés mineurs. Les tailles vont de 27.5 à 45.5 cm pour les femelles et de 28.5 à 44.5 cm pour les mâles (Figure 1). Les classes les plus représentées se situent entre 31.5 à 34.5 cm pour les femelles cm et de 30.5 à 33.5 cm pour les mâles. Pour les 110 individus pesés, nous obtenons un poids total de 54,89 Kg. Le poids des femelles varie de 266,53 g à 987,46 g et chez les mâles entre 320 g à 936,75 g.

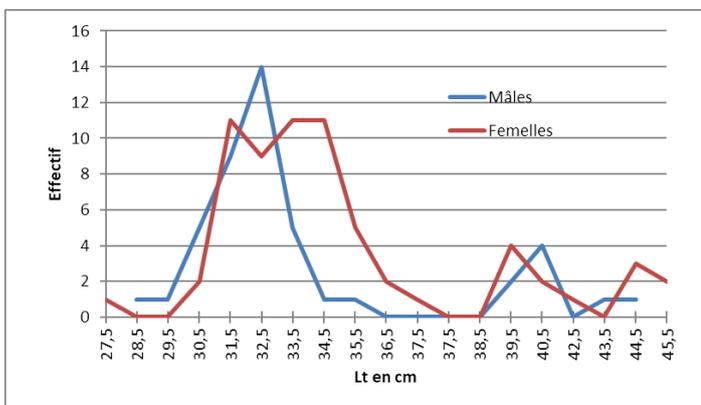


Fig. 1. Courbes d'abondance de taille des mâles et des femelles d'*Auxis rochei*.

La taille maximale d'*Auxis rochei*, signalée dans l'Atlantique oriental est de 51 cm, (Neves dos Santos et García, 2006). Dans le détroit de Gibraltar, l'*Auxis* a atteint une taille de 47 cm pour un poids d'environ 1,9 kg (Rodríguez-Roda, 1966). Sa taille habituelle est de 35 cm (Collette et Nauen, 1983 ; Collette, 1986).

La taille moyenne des femelles est de  $34,86 \pm 4,07$  cm alors que celle des mâles est de l'ordre de  $33,63 \pm 3,97$  cm. Pour le poids moyen, on a calculé 514.51 g pour les femelles et 468.45 g pour les mâles. L'analyse statistique avec logiciel Minitab permet de faire un test de comparaison entre les poids et les longueurs entre les mâles et les femelles. Les résultats sont illustrés dans les tableaux 1 et 2 et dans les figures 2 et 3. La gamme de longueurs des individus dans notre travail, est similaire à ceux trouvés dans d'autres régions du monde (tableau 3).

Tab. 1. Statistiques descriptives des échantillons .

Variable	Longueur (F)	Poids (F)	Longueur (M)	Poids (M)
Count	65		45	
Mean	34,862	514,5	33,631	476,7
Ecartype	4,075	191,2	3,971	188,9
Variance	16,608	36540,7	15,768	35701,5
CV	11,69	37,15	11,81	39,64
Minimum	27,2	266,5	28	320
Q1	32,35	393,9	31,5	376,4

Tab. 2. Hypothèse et résultats de test.

Hypothèse	P-value	Conclusion
Le poids (F) > Le poids (M)	0,058	P-value < 0,05 donc l'hypothèse H0 n'est pas vérifier,
La longueur (F) > La longueur (M)	0,009	P-value < 0,05 donc l'hypothèse H0 est vrai , la moyenne des longueur H0 est supérieur a la longueur des Masculin au seuil de 5%

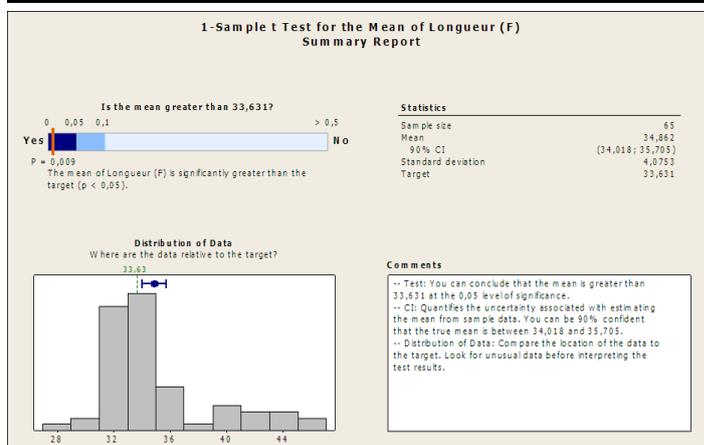


Fig. 2. Résultats de t-test sur les Longueurs .

Nous concluons, comme le mentionne Kahraman *et al.* En (2010), que notre échantillonnage a capturé une distribution de taille repré-

sentative qui se reflète de manière similaire dans la plupart des études précédentes. (Kahraman *et al.*, 2010).

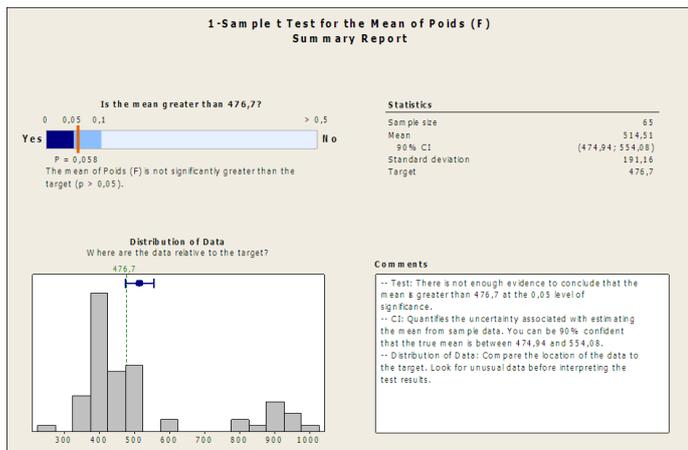


Fig. 3. Résultats de t-test sur les poids.

Tab. 3. Gamme de longueurs en cm, capturée de melva *Auxis rochei*, dans différents sites d'étude (Kahraman *et al.*, 2010).

Site	Gamme de longueurs (cm)	Auteurs
Détroit de Gibraltar	34-45	(Rodríguez-Roda, 1966)
Eaux turques	28,5 - 44,5	(Bök et Oray, 2001)
Méditerranée espagnole	33,4-47	(Macias <i>et al.</i> , 2005)
Occidentale Méditerranée	25,9-47	(Macias <i>et al.</i> , 2006b)
Mer Ligure	27-46,5	(Palandri <i>et al.</i> , 2008)
Côtes méditerranéennes turques	34-48	(Kahraman <i>et al.</i> , 2010)
Côte de Mostaganem	27.5-45.5	Présente étude

3-2. Sex-ratio :

Le sex-ratio est égale au rapport entre le nombre de femelles et celui des mâles au sein d'une espèce à reproduction sexuée, et cela pour une génération, ou la descendance d'un individu. C'est un indice biologique important car la différence dans le nombre d'individus mâles et femelles peut affecter le succès reproductif. L'étude de sex-ratio d'*Auxis rochei* a porté sur un effectif de 110 individus dont 65 femelles et 45 mâles. Nos résultats démontrent que la valeur globale du sex-ratio est en faveur des femelles, avec un taux de féminité de  $59.09\% \pm 9.17$  et un taux de masculinité de  $40.91\% \pm 9.1$ . En méditerranée, la dominance numérique des femelles de thonidés mineurs, à été confirmée dans des nombreuses études (Kahaman *et al.*, 2003 ; Valeiras *et al.*, 2008).

3-3. Relation taille- poids :

Les relations taille-poids de 110 spécimens d'*Auxis rochei* commune de la côte mostaganémoise, sont consignées dans le (Tableau 4). La valeur élevée de  $r^2$  révèle, chez cette espèce, une étroite corrélation entre les deux variables étudiées (Wt et Lt).

Tab. 4. Équations des relations taille-poids d'*Auxis rochei*.

Sexe	a	b	r	Equations
Mâles	0,03	2.79	0.901	$Wt = 0,03 Lt^{2,79}$
Femelles	0,03	2.73	0.905	$Wt = 0,03 Lt^{2,73}$
Sexes combinés	0,03	2.74	0.903	$Wt = 0,03 Lt^{2,74}$

De plus, l'équation d'allométrie entre les deux variables (Wt et Lt) met en évidence une allométrie minorante. En effet, les paramètres b sont inférieurs à 3, quelque soit le sexe. Autrement dit le poids croit moins vite que la taille. La figure 4 représente la correspondance taille- poids théorique.

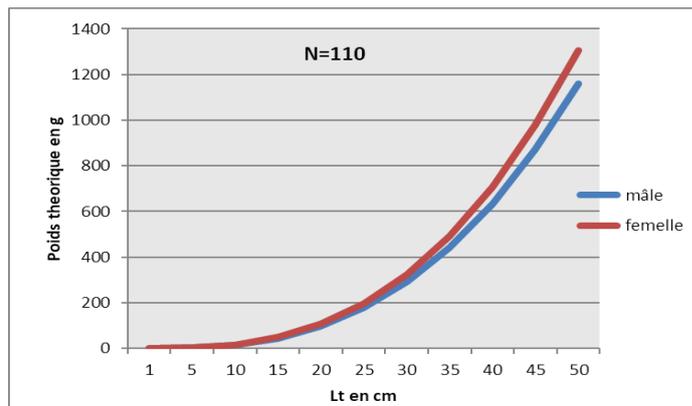


Fig. 4. Représentation des relations taille-poids chez *Auxis rochei* pêchée à Mostaganem.

Il a été bien clair que la valeur du taux d'allométrie b, dépend de certains paramètres comme la période de reproduction, la salinité, le stade de la maturité et l'abondance de la nourriture (Andrade et Campos, 2002).

Les estimations des constantes 'a' et 'b' dans la relation taille-poids dans les études antérieures ont montré que nos résultats se rapprochent de ceux trouvés par Kahraman *et al.* (2011), sur les côtes turques, avec  $a=0.0542$  et  $b=2.685$ . Selon Freon (1988), les paramètres a et b de la relation taille-poids sont très sensibles au nombre de poissons échantillonnés mensuellement et à la composition par taille. Belvèze (1984) in Keznine (2020), rapportent que ces deux paramètres ont une action antagoniste dans la détermination du poids pour une taille donnée, c'est-à-dire qu'une augmentation de l'un est partiellement compensée par une diminution de l'autre.

3-4- Analyse de la production annuelle de la melva :

Les données de capture en poids, sont obtenues à partir de la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques de Mostaganem. La figure 5 représente l'évolution de la production de la melva, au niveau de la côte de Mostaganem de 2012 à 2021. Durant les neuf dernières années (de 2012 à 2021), la biomasse moyenne capturée est de 50.7 t. Le pic de production est atteint en 2015 avec une quantité de 186.05 tonnes. Cependant, après cette année, le niveau de production tend à diminuer. L'année 2020 marque la quantité la plus faible de toutes les années avec 10.39 t. ceci est probablement dû à l'apparition de la pandémie du Corona virus. Selon le rapport de la FAO (2021), l'impact de la crise covid-19 en Algérie, est bien visible à travers la diminution de la production des trois premiers trimestres de l'année 2020.

En effet, les captures de la pêche, ont enregistré une baisse générale de la production durant toute la période du confinement, dans la plupart des wilayas algériennes. Une amélioration est apparue en avril (début d'application des mesures de la deuxième phase) (FAO, 2021)

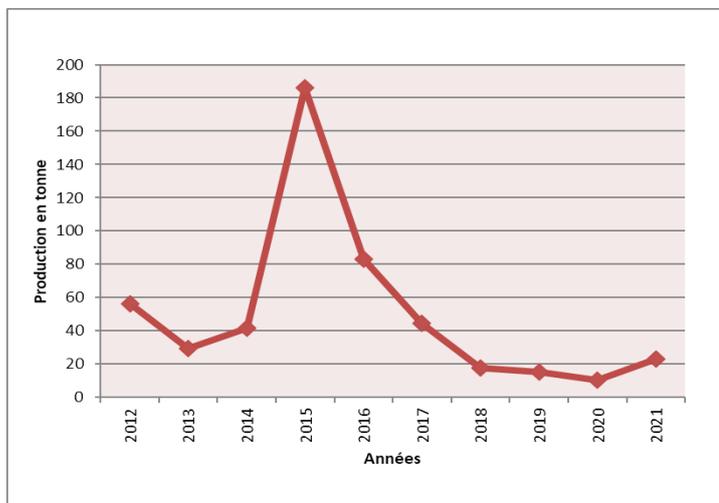


Fig. 5. Evolution des débarquements de la melva entre 2012 à 2021 (DPRH de Mostaganem, 2022).

#### 4. Conclusion

À la lumière des résultats obtenus dans ce travail, l'étude de la dynamique des populations et d'estimation indirecte du stock d'*Auxis rochei*, de la région mostaganemoise, peut être entamée. Pour une gestion rationnelle de l'espèce, il serait intéressant d'approfondir ces travaux, en abordant, la croissance, la reproduction, l'écologie ainsi que les variations des conditions du milieu et leur impact sur les espèces.

#### Déclaration conflit d'intérêt

Nous déclarons aucun conflit d'intérêt associé à cette publication et aucun soutien financier pour ce travail qui aurait pu influencer le résultat.

#### Références

- Andrade, H.A. et Campos, R.O., (2002). Allometry coefficient variations of the weight relationship et tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic. *Fish. Res.* 55(1-3) : 307-312.
- Belveze, H., (1984). Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus Walbaum*) peuplant les côtes atlantiques marocaines et propositions pour un aménagement des pêcheries. *Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Bretagne Occidentale.* 532 pp.
- Benamar, N., (2011). Etude de la biologie de l'exploitation de la contamination par les métaux lourds (cadmium, plomb et zinc) d'un poisson osseux : la sardinelle ronde (*Valencienne 1847*) pêchée dans la baie d'Oran. *These de Doct Univ Oran,* 153 p.
- Bök, T., & Oray, I. K., (2001). Age and growth of bullet tuna *Auxis rochei* (Risso, 1810) in Turkish waters. *ICCAT, Col., Sci. Pap.*(52), 708-718 (doi: 10.5897/AJB10.2021)
- Bouriga N, Cherif M, Hajje GH, Quignard JP, Faur E et Trabelsi M. (2010). Etude comparative du cycle sexuel et de la relation taille-poids de deux espèces d'Athérines en Tunisie. *Bull. Inst. Natn. Sci. Tech. Mer de Salammbô,* Vol. 37, 2010.
- Collette, B. B. and Nauen, C. E., (1983). FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish. Synop.* 125(2). 137 pp
- Collette, B.B., (1986). Scombridae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot M-L, Hureau, J-C. Nielsen J and Totonese, E. (eds.), *Fishes of the Northeastern Atlantic and Mediterranean.* Unesco, Paris. 2:981-997.
- Daget D., (1976). Modèles mathématiques applicables aux poissons tropicaux subissant un arrêt prolongé de croissance. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 10(2):59-69
- EL Bakali, M., Talbaoui, M & Bendriss A., (2010). Période de reproduction, sex-ratio et maturité sexuelle du Rouget de roche (*Mullus surmuletus L.*, 1758) (Téléostéens, Mullidae) de la côte nord-ouest méditerranéenne du Maroc (2007-2009). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie,* 2010, n°32 (2), 81-86.
- FAO, (2021). Impact de la crise covid-19 sur les secteurs de la pêche et de l'aquaculture en Algérie. Tunis. <https://doi.org/10.4060/cb3001fr>
- Fréon, P., (1988). Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Collection Etudes et Thèses. ORSTOM, Paris.*
- Jasmine, S., Rohit, P., Abdussamad, E. M., Koya, K. P., Joshi, K. K., Kemparaju, S. Sebastine, M. (2013). Biology and fishery of the bullet tuna, *Auxis rochei* (Risso, 1810) in Indian waters. *Indian Journal of Fisheries,* 60(2), 13-20
- Kahraman, A.E., Göktürk, D., Bozkurt, E.R., Akaylı, T. and Saad et Karakulak, F., (2010). Some reproductive aspects of female bullet tuna, *Auxis rochei* (Risso), from the Turkish Mediterranean coasts. *African Journal of Biotechnology Vol.* 9(40), pp. 6813-6818
- Keznine, M., Analla, M., Aksissou, M. and El meraoui, A., (2020). The reproduction and growth of the sardine *Sardina pilchardus* in West Mediterranean, Morocco. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries,* Vol. 24 (4): 303 - 319.
- Macías, D., Gómez-Vives, M. J., & De la Serna, J.M., 2005. Some reproductive aspects of bullet tuna (*Auxis rochei*) from the southwestern Spanish Mediterranean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT,* 58(2), 484-495.
- Macias, D., Lema, L., Gómez-Vives, M.J., de la Serna, J.M., 2006a. A Preliminary Approach to the Bullet Tuna (*Auxis rochei*) Fecundity in the Spanish Mediterranean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT,* 59(2): 571-578.
- Melanie, A., Calicdan-Villarao Angel, B., Encarnacion, Evelyn C., Ame, and Milagros, C., (2017). Biology and population dynamics of bullet tuna (*Auxis rochei*) and frigate tuna (*Auxis thazard*) in Babuyan Channel, Philippines. *Kuroshio Science* 11-1, 63-72, 2017
- Mikembi, A.L., Iba Zamba, A., Mamonekene, V., Dembe Louvinguila Tenda, H., Honest Poaty Ngot, F., Vouidibio, J., (2019.) Relations longueurs-poids et coefficients de condition pour 13 espèces de poissons de la rivière Dzoumouna, affluent du cours inférieur du fleuve Congo (République du Congo). *Journal of Animal & Plant Sciences,* 2019. Vol.39, Issue 1: 6384-6393
- Neves Dos Santos, M. and García, A., (2006). Observations on the catches of small tunas from a trap off the Algarve (southern Portugal). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT,* 58.
- Niiya, Y., (2001). Maturation cycle and batch fecundity of the bullet tuna, *Auxis rochei*, off Cape Ashizuri, south-western Japan *Nippon Suisan Gakkai-shi,* 67 (1): 10-16.
- Palandri, G., Lanteri, L., Garibaldi, F., Orsi Relini, L., (2008). *Biological Parameters of Bullet Tuna in the Ligurian Sea. SCRS/2008/057.*
- Palomares, M.L.D., Entsua-Mensah, M. & Osei-Abunyewa, A., (1996). Length-weight relationships of fishes from tributaries of the Volta River, Ghana: part 2 and conclusion. *NAGA, ICLARMQuat.,* 19(1): 45-47.
- Rodriguez-Roda, J., (1966). Estudio de la Bacoretta (*Euthynnus alletteratus*) (Raf.) bonito (Sarda sarda) (Bloch) y melva (*Auxis thazard*) (Lac.) capturado

por las almadrabas españolas. [in Spanish]. *Invest. Pesq. Barc.*, 30: 120-145.

Sabatés, A. and Recasens, L., (2001). Seasonal distribution and spawning of small tunas, *Auxis rochei* (Risso) and *Sarda sarda* (Bloch) in the northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 65 (2): 95-100.

Valeiras, X., Macías, D., Gómez, M.J., Lema, L., García-Barcelona, S., Ortiz de Urbina, J.M, de la Serna, J.M., (2008). Age and growth of bullet tuna (*Auxis rochei*) in the Western Mediterranean Sea. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 62(5): 1629-1637.

Zar, J.H., (1996). *Biostatistical Analysis*, 3 Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, p. 662.

## Situation de la pêche récréative dans la région de Mostaganem.

DAOUDI Mohamed<sup>1</sup>, BACHIR BOUIADJRA Benabdellah<sup>1</sup>, MOKHTAR Brahim<sup>2</sup>, SIFI Mustapha<sup>2</sup>,  
BEHMENE Ibrahim Elkhali<sup>1</sup>, GARCIA CHARTON José Antonio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale, Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Université de Mostaganem, SNV

<sup>2</sup> Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Mostaganem

<sup>3</sup> Département d'Écologie et d'Hydrologie, Université de Murcia, Espagne

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

pêche récréative,  
flottille,  
Mostaganem,  
autorisation de pêche,  
production halieutique,  
CPUE.

### RÉSUMÉ

Cette étude vise à établir une description sur la pêche récréative dans la région de Mostaganem, en traitant des données sur une période s'étalant entre 2008 et 2020, à partir des documents et informations récoltés sur les caractéristiques de la flottille (chalutiers, senneurs, petits métiers et plaisanciers) et son évolution dans le temps, et sur les statistiques de pêche et de production halieutique.

En résultat, nous constatons une nette dominance du nombre des plaisanciers par rapport aux chalutiers, sardiniers et petits métiers, avec un taux de 75 % de la flottille globale représenté par 776 unités. Un nombre qui ne cesse d'augmenter depuis les années 2008, en présentant un taux d'évolution de plus de 550 % en une décennie, en parallèle avec le nombre d'autorisations délivrées par la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques de Mostaganem (DPRH) qui est passé de 02 autorisations de pêche à 321 en 2020.

Cela a engendré un bond remarquable dans le nombre de sorties, passé de 9000 à 26000 sorties par an, et dans la production halieutique qui était de 139 tonnes en 2008 contre une production de 345 tonnes en 2018 soit une évolution de plus de 200 %, avec une production par unité d'effort CPUE, très fluctuante dans le temps, en marquant un minimum de 230 Kg/unité par an, et un maximum de plus d'une tonne (1200kg /an).

### 1.Introduction

La richesse halieutique est l'une des ressources naturelles les plus importantes que l'homme a exploitées depuis l'Antiquité et est toujours une source de nourriture et d'économie grâce à la pêche. En Algérie, ce secteur est considéré comme une activité économique à part entière, par sa capacité à contribuer à l'alimentation des besoins alimentaires de la population.

Avec plus de 1280 Km de côte, l'Algérie est l'un des pays Méditerranéens les plus riches en ressource halieutique, dont la production halieutique nationale a atteint 120 354 tonnes en 2018 contre 108 300 tonnes en 2017 (ONS, 2018). Cette production a été assurée par l'ensemble de la flottille algérienne tous types confondus, dont elle est composée principalement des chalutiers, sardiniers et petits métiers, cependant, la pêche récréative reste totalement négligée et pas prise en

considération dans l'estimation de la production globale.

La pêche de plaisance n'est pas considérée comme une pêche commerciale mais comme une activité de loisir et dont le produit est destiné à l'autoconsommation, ce qui n'est pas le cas dans les pratiques des pêcheurs récréatifs en réalité.

Cette pêche plus ou moins organisée, est pratiquée par des petites embarcations en utilisant différents engins et techniques de pêche par un nombre important de pratiquants dans la région de Mostaganem qui ne cesse d'augmenter dans le temps et qui ciblent différentes espèces pélagiques et démersales.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude, dont elle vise à établir une description sur la pêche récréative dans la région de Mostaganem, et de donner un aperçu sur les captures et les techniques de pêche utilisées, ainsi que le développement de cette activité de pêche

\*Corresponding author.

E-mail address: [daoudimohamed89@gmail.com](mailto:daoudimohamed89@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 16 February 2023;

Accepted 01 March 2023

dans le temps où l'état de la connaissance est très limité..

## 2.Réglementation et Définition

La pêche plaisancière (récréative) comprend tout exercice de la pêche à titre de sport ou de loisir et dans un but non lucratif (Loi 01-11 ; FAO, 1998 ; Pitcher et Hollingworth, 2002). Donc, le produit de cette pêche est destiné à l'autoconsommation et ne peut être en aucun cas exposé à la vente.

Cette pêche est pratiquée par des petites barques d'une dimension allant de 3 à 6 m avec une puissance motrice variant de 9 à 40 CV en utilisant des différents engins et techniques de pêche (Sahi et Bouaicha, 2003) (filet maillant, trémail, palangre, ligne à main...), dont on cible des poissons démersaux (pageot, rouget), petit pélagiques (allache et saurel), gros pélagiques (thon rouge et thonine) et mollusques (sépie, poulpe et calmar).

## 3.Zone d'étude

La façade maritime de Mostaganem s'étale sur une distance de 124,5 km, et qui s'étend de l'embouchure de la Macta à l'Ouest au cap Negrava à l'Est (fig. 1), en comptant 09 sites de débarquement pour les plaisanciers, dont 03 ports : Sidi lakhdar, Mostaganem et Salamandre.

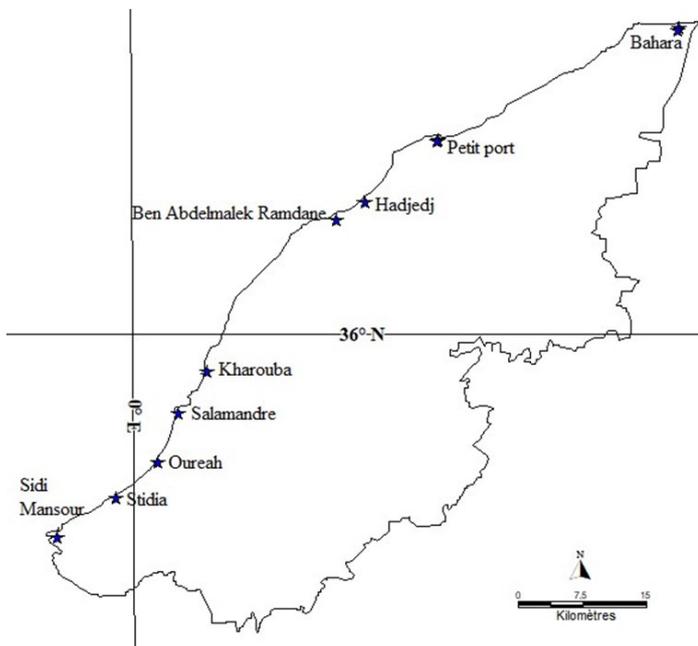


Fig. 1. Carte géographique de la région de Mostaganem .

## 4.Méthode d'étude

Nous avons collecté des données officielles sur la pêche récréative et professionnelle auprès de la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques (DPRH) de Mostaganem afin de recenser l'évolution de la pêche récréative entre la période allant de 2008 à 2018 et de son ampleur dans la zone d'étude ainsi que son impact sur l'écosystème marin.

Ces données regroupent les caractéristiques de la flottille (chalutiers, senneurs, petits métiers et plaisanciers) et son évolution dans le temps, ainsi que la production halieutique des différents groupes d'espèces pêchées au niveau des ports et sites d'échouage.

Les captures par unité d'effort sont obtenues en estimant les captures annuelles débarquées par la pêche récréative par rapport à l'effort de pêche appliqué par cette flottille, dont l'effort de pêche est estimé comme le nombre d'embarcations actives.

## 5.Résultats & discussion

Dans cette dernière décennie la flottille de pêche dans la région de Mostaganem a connu des légères modifications dans le nombre des embarcations par l'injection de quelques chalutiers et sardiniers, cependant nous constatons une forte évolution dans le nombre d'unités de pêche de la flottille plaisancière, en passant de 116 unités en 2008 à 642 unités en 2018 (fig. 2), soit un taux d'évolution de plus de 550 % en une décennie, ce qui est énorme et alarmant.

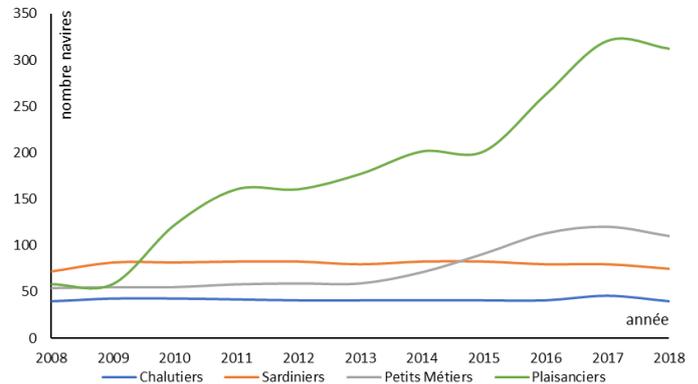


Fig. 2. Évolution de la flottille de pêche dans la région de Mostaganem .

Une même allure se présente pour les autorisations de pêche, qui passent de 2 autorisations en 2008 à 321 en 2020 (fig. 3), ce qui représente une augmentation vertigineuse et une menace sérieuse pour les autres types de métiers et sur la ressource halieutique d'une manière globale à la wilaya de Mostaganem.

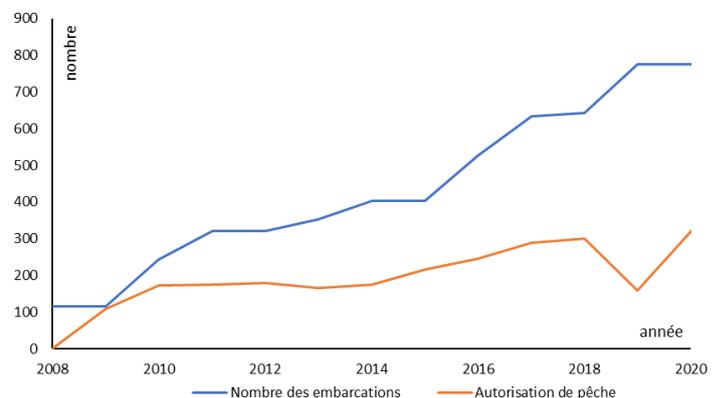


Fig. 3. Évolution du nombre d'embarcations et d'autorisations de pêche plaisancière .

La flottille de pêche de la wilaya de Mostaganem est constituée de 1025 unités de pêche, dont 48 chalutiers, 152 sardiniers, 49 petits métiers en plus de 776 unités de pêche récréative (DPRH 2021).

Nous constatons que les plaisanciers dominent la flottille en nombre d'embarcations par un pourcentage de 75 % de la flottille

globale dans la région de Mostaganem (fig. 4), représentés par 776 unités, un nombre qui ne cesse d'augmenter depuis les années 2008 en parallèle avec le nombre d'autorisations de pêche..

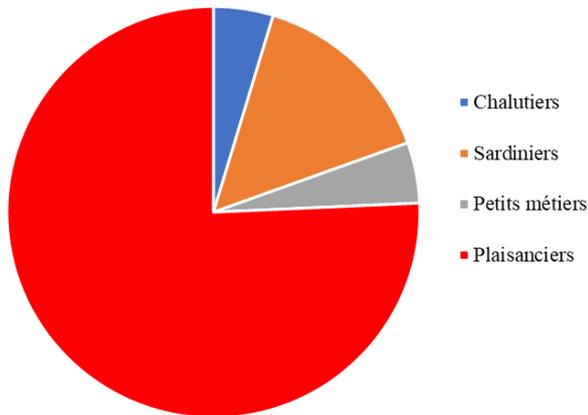


Fig. 4. Nombre d'unités de pêche par type de flottille

L'ensemble de ces embarcations se répartissent sur 9 sites d'échouage le long de la côte Mostaganemoise, et participent activement à l'extraction de la ressource halieutique, en constituant une sérieuse compétition déloyale avec les autres types de métiers professionnels dont l'activité principale est la pêche.

Par ailleurs, le nombre de sortie en mer prend la même allure d'évolution, en passant de 12 000 sorties en 2008 à 26 000 en 2018 (fig. 5), en montrant un taux d'évolution de 200 % en 10 ans.

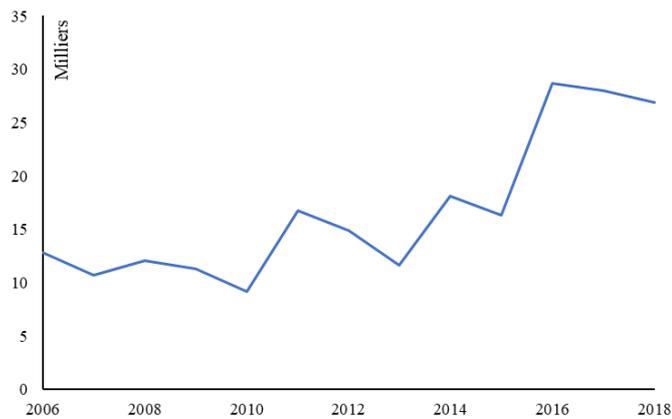


Fig. 5. Nombre de sorties annuelles de la flottille plaisancière

En effet, suite à cette évolution faramineuse de l'activité de pêche plaisancière, sa production halieutique montre un saut remarquable, en passant de 139 tonnes en 2008 à 345 tonnes en 2018 (fig. 6), soit une évolution de plus de 248 %.

Cette activité a participé à l'extraction de la ressource halieutique par une production de plus de 3200 tonnes durant la période allant de 2008 à 2018 toutes espèces confondues, soit une production moyenne de 300 tonnes/an, une production non négligeable pour une catégorie de pêche de loisir.

La production halieutique récréative a connu quelques fluctuations durant la période d'étude, en constatant une forte augmentation dans les débarquements à partir de 2013 pour atteindre un maximum de production dans les années 2016-2017 avec une production de plus de

700 tonnes/an (fig. 6), cela est principalement due à la grande évolution dans le nombre d'embarcations plaisancières.

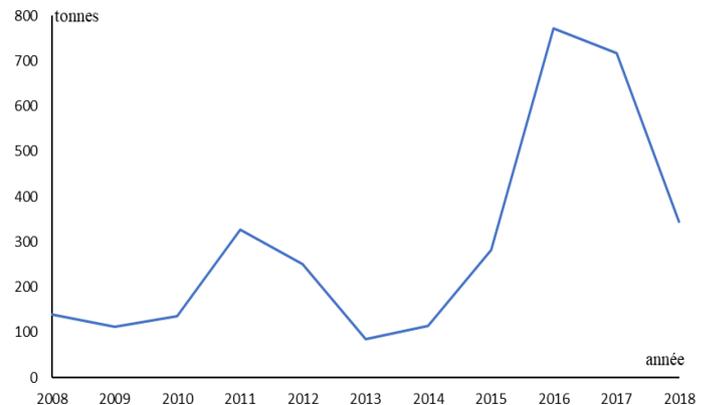


Fig. 6. Production halieutique plaisancière dans la région de Mostaganem

La production par unité d'effort est très fluctuante, en marquant un minimum de 230 Kg/unité par an, et un maximum de plus d'une tonne (1200 kg /an), avec une allure descendante dans le temps en dépit de l'augmentation considérable du nombre d'embarcations (fig. 7), cela est peut-être due à la diminution du nombre des embarcations actives surtout dans les zones de contrôle, à savoir les ports de Salamandre, Mostaganem et Sidi Lakhdar.

Ainsi, il semble qu'on a un manque d'informations sur la production halieutique des embarcations qui sont actives au niveau des abris de pêche tels que la plage de Bahara, Kharouba et Hadjadj qui comptent plus de 50 embarcations chacune.

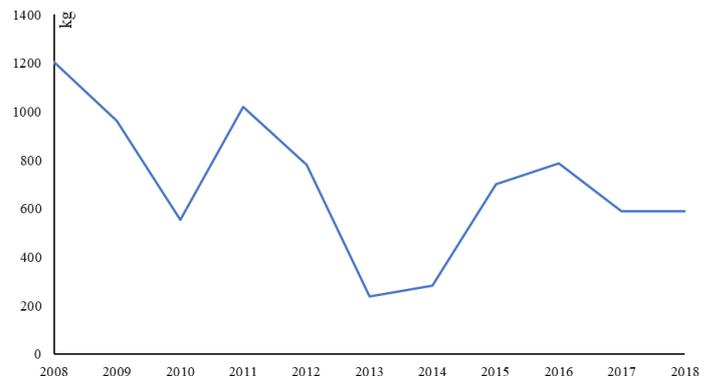


Fig. 7. Évolution de la CPUE en kg/unité

En effet, les captures de la pêche, ont enregistré une baisse générale de la production durant toute la période du confinement, dans la plupart des wilayas algériennes. Une amélioration est apparue en avril (début d'application des mesures de la deuxième phase) (FAO, 2021)

On estime donc qu'une grande partie de la pêche récréative échappe au contrôle (suite aux sites dispersés et éloignés avec un accès difficile pour certain, et le grand nombre de pêcheurs, face au nombre réduit des agents de contrôle ...).

En comparant la production halieutique des plaisanciers avec les autres types de flottilles nous avons un taux de débarquement de 4 %

de la production globale (fig. 8), une production qui est loin d'être négligeable, surtout quand on sache qu'elle est vendue de différentes façons au lieu d'être autoconsommée comme indique la loi et échappe ainsi à tout type de contrôle .

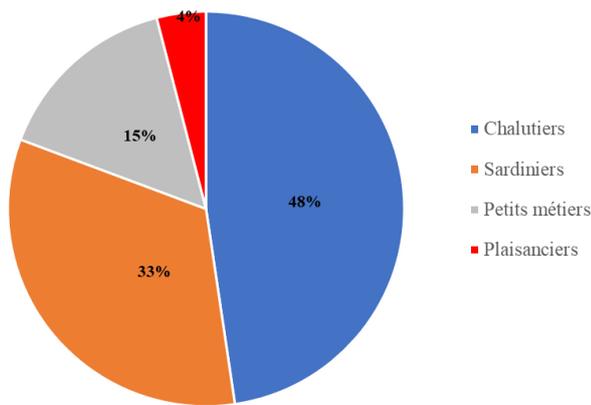


Fig. 8. Production halieutique par type de flottille en 2018 .

Comme indiqué plus haut, On signale ainsi une insuffisance des agents collecteurs de données par rapport à la flottille et au nombre des sites existants, ce qui entraîne pas mal de pratiquants qui échappent au contrôle et entrave par la suite le bon suivi et la collecte des données fiables.

## 6. Conclusion

Nous signalons qu'une nette et rapide évolution de la pêche récréative a été enregistrée dans la région de Mostaganem et qui ne cesse d'augmenter dans le temps, depuis les années 2008, en présentant par cela une véritable concurrence déloyale, dans l'extraction de la ressource halieutique, avec les autres types de flottilles dont la seule et la principale activité est la pêche.

Par cela, cette activité de pêche engendre des quantités de ressources halieutiques pêchées et débarquées de plus en plus importantes, en exerçant une pression de pêche sur la ressource halieutique, qui reste totalement négligée et inconnue, en représentant un impact néfaste directe sur l'écosystème marin.

Il faut donc accorder une attention particulière à ce secteur de pêche qui reste assez mal connu et entièrement négligé par les autorités le long du littoral Mostaganemois.

## Références

- Babali N., Kacher M., Belhabib D., Louanchi F., Pauly D. (2018). Recreational fisheries economics between illusion and reality: The case of Algeria. *PLoS ONE* 13(8): e0201602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201602>.
- Décret exécutif n°96-121 du 18 Dhou el Kaada 1419 correspondant au (6 Avril 1996) fixant les modalités de l'exercice de la pêche, Journal Officiel De La République Algérienne n° 22, du 22 Dhou El kaada 1419, 10 Avril 1996, 6-12.
- Décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 Décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche, Journal Officiel De La République Algérienne n° 78, du 20 Chaoual 1424, 14 Décembre 2003, 8-14.

Décret exécutif n° 04-86 du 26 Moharram 1425 correspondant au 18 Mars 2004 fixant les tailles minimales marchandes des ressources biologiques, Journal Officiel De La République Algérienne n° 18, du 03 Safar 1425, 24 mars 2004, 5-11.

DPRH, 2021. Flottille dans la région de Mostaganem.

FAO. (2016). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. *Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous*. Rome. 224 p. ISBN 978-92-5-209185-1. <https://www.aprapam.org/images/migrate/2017/09/situation-mondiale-peches-et-aquaculture-FAO-2016.pdf>

FAO, 1998. Directives Techniques pour une Pêche Responsable - *Pêches Continentales*. FAO, Rome.

Loi 01-11 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 Juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture, Journal Officiel De La République Algérienne N° 36, du 16 Rabie Ethani 1422, 8 Juillet 2001, 2-13.

O.N.S., 2018. Les principaux indicateurs du secteur de la pêche (2016-2017).

Pitcher, T.J., Hollingworth, C.E., 2002. Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation. Fish and Aquatic Resources Series. *Blackwell Science, Oxford, England, 271 p.*

Sahi M. A. et Bouaicha M. 2003. La pêche artisanale en Algérie. *Doc. FAO-COPEMED, mai 2003.*

## Impact des saisons et le déséquilibre intratissulaire de certains métaux lourds sur la chute de cheveux (Alopécie) dans la région de Mostaganem (Algeria).

BENDOUNAN Fadela Rania, BENGHARBI Zineb, DAHMOUNI Said\* et MZAAD Khadidja

Laboratoire de physiologie animale appliquée, FSNV, UMAB.

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

Alopécie,  
Saisons,  
métaux lourds

### R É S U M É

La chute de cheveux est très commune de nos jours. Bien que l'alopécie soit considérée comme une maladie auto-immune, il existe plusieurs raisons de suspecter un rôle des minéraux et vitamines dans la sévérité de la chute de cheveux. L'alopécie se définit comme étant la chute des cheveux au-delà du seuil physiologique de renouvellement du cycle pileux. Qu'elle soit saisonnière ou pathologique, la chute de cheveux est en tête de classement dans les pathologies du cuir chevelu et le motif le plus fréquent des consultations en dermatologie étant donné qu'elle répond à des étiologies variées.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'impact des saisons et les déséquilibres de certains métaux lourds sur l'intensité de la chute ainsi que sur la qualité des cheveux. Cette étude porte sur 215 patients diagnostiqués alopéciques dans l'établissement privé de dermatologie et chirurgie esthétique du docteur KHALIFA Maamar à Mostaganem par OligoCheck qui se base sur un spectrophotomètre de contact cutané. Les résultats obtenus révèlent que la sévérité de la chute des cheveux était corrélée avec des teneurs faibles en minéraux, une insuffisance vitaminique et une toxicité accrue aux métaux lourds. L'enquête sur l'impact des variations saisonnières sur l'alopécie a révélé que la chute était plus prononcée en période d'hiver.

Les résultats montrent que l'Argent (Ag), le Bismuth (Bi), le cadmium (cd), le mercure (Hg) et le plomb (pb), semblent être associés à la sévérité de la chute. Ils ont relevé un excès de Cd et d'Ag chez la totalité (100%). De plus, un excès en Pb, en Hg, en Bi, en Ba et en Al est observé chez 98%, 67%, 91%, 60% et 99% des patients respectivement. L'excès du Bi et Ba reste important, mais pas aussi significatif que l'excès en Aluminium, en Ag et en Cd. Une moyenne d'excès hautement significative en Hg a été observée chez les patients de plus de 75 ans ( $0,75 \pm 0,15$ ) par rapport aux patients de moins de 25 ans ( $0,25 \pm 0,07$ ) avec un rapport de différence de 66,66. Le Hg est un métal impliqué dans l'alopécie. Il se lie au groupe sulfhydryle de kératine dans les cheveux et aboutit par la suite à un effluvium anagène.

De ce fait, on peut déduire que l'alopécie n'est pas uniquement liée aux concentrations intratissulaires des vitamines, minéraux et métaux lourds, mais aussi aux facteurs externes comme le climat, le stress, la fatigue et les produits cosmétiques utilisés.

### 1.Introduction

L'alopécie se définit comme étant la chute de cheveux au-delà de 100 cheveux par jour pendant 2 mois. En outre, on parle d'alopécie quand la perte de cheveux excède la repousse de nouveaux cheveux. Elle se manifeste différemment et avec une sévérité qui varie d'une personne à l'autre. Elle peut être de nature acquise ou congénitale, se présente sous forme localisée ou diffuse, aiguë ou chronique, réversible ou irréversible (Bendounan, 2022)

Divers facteurs sont impliqués dans l'apparition de l'alopécie. Parmi lesquels on peut citer le stress, l'hérédité, le bouleversement hormonal,

ou l'usage de certains médicaments, ainsi que la malnutrition et les régimes drastiques pauvres en protéines, acides gras essentiels, vitamines et minéraux. Généralement, des fluctuations saisonnières peuvent se faire sentir au niveau de la vitesse de croissance des cheveux et au niveau du pourcentage de cheveux (Bendounan, 2022)

L'intoxication aux métaux lourds joue également un rôle crucial dans l'état de santé des cheveux. À des seuils supérieurs à la norme, les métaux lourds entrent en compétition avec les minéraux et induisent de nombreux troubles dans la croissance du follicule pileux et ainsi contribuent à une mauvaise qualité des cheveux (Bendounan, 2022)

\*Corresponding author.

E-mail address: [said.dahmouni@univ-mosta.dz](mailto:said.dahmouni@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 17 February 2023;  
Accepted 01 March 2023

En vue de l'apparition physiologique saisonnière de l'alopécie et l'importance des micronutriments dans la croissance des cheveux (Bendouan, 2022)

Pour mettre la lumière sur cette thématique, nous étudierons la teneur moyenne en minéraux, en vitamines et en métaux lourds par groupes d'âge. Nous développerons ensuite l'impact de celles-ci sur la sévérité de la chute des cheveux. Et pour conclure, nous explorerons l'interrelation entre les taux moyens saisonniers des micronutriments et la tendance de chute des cheveux.

### 1-1. Composition chimique du cheveu

Le cheveu est essentiellement un réseau polymérique orienté, partiellement cristallin et réticulé. Il contient un certain nombre de groupes chimiques fonctionnels (p. ex., des liaisons acides, basiques et peptidiques) qui ont le potentiel de lier de petites molécules. Les cheveux humains selon leur teneur en humidité peuvent être constitués d'environ 65 à 95 % de protéines, 15 à 35 % d'eau et 1 à 9 % de lipides. La teneur en minéraux des cheveux est de 0,25 à 0,95% sur la base du poids sec. Les oligo-éléments essentiels et les métaux lourds peuvent également être retrouvés dans les cheveux humains (p. ex., des traces de calcium, cuivre, zinc, plomb, fer, etc). La matière lipidique trouvée dans les cheveux est dérivée du sébum et des sécrétions de la glande apocrine. Elle se compose d'acides gras libres, de mono-, di-, et triglycérides, d'esters de cire, d'hydrocarbures et d'alcools (Bouhanna et Reygagne, 1999; Auzou et al., 2001).

### 1-2. Cycle physiologique du cheveu

La vitesse de croissance moyenne d'un cheveu est de 0.35 mm/jour, à savoir 1 cm/mois (Fréchet, 2009).

]. Quotidiennement et de façon physiologique, l'ordre de perte de cheveux est entre 30 et 100 cheveux/jour. Le terme de perte anormale de cheveux (alopécie) est utilisé si plus de 100 cheveux tombent chaque jour pendant plus de deux mois (Loussouar, 2001).

Contrairement aux autres organes, le follicule pileux a l'unique propriété de se renouveler de façon cyclique, asynchrone et stochastique (aléatoire). De plus, il est considéré comme un compartiment complexe, stable et autonome puisque chaque cheveu a son propre cycle, indépendant de celui des cheveux voisins, et il a son propre contrôle hormonal ainsi que son propre réseau de boucle autochrome (Cotsarelis, 2006; Bernard, 2003).

### 1-3. Facteurs alimentaires

La malnutrition peut également être à l'origine de la chute de cheveux. En effet, par ses effets sur les différents métabolismes et notamment sur le métabolisme protéique, elle peut influencer sur la croissance du cheveu, sa finesse et sa dépigmentation en ralentissant rapidement la synthèse globale des protéines et de l'ADN à l'échelle du follicule pileux. De même que les protéines, les acides aminés soufrés (cystine, cystéine, méthionine) sont indispensables à la croissance et au maintien de la chevelure. Les acides gras essentiels comme les acides linoléiques, linoléiques et arachidoniques sont également indispensables et doivent être inclus dans l'alimentation. La teneur en certains oligo-éléments et métaux lourds, particulièrement le cuivre (Cu), zinc (Zn), fer (Fe), phosphore (P), plomb (Pb) et arsenic (As), a une incidence très importante sur la trophicité du cheveu. Certains facteurs vitaminiques sont fondamentaux. Les carences et les dys-métabolismes en vitamine A donnent des poils secs et rares, avec une hyperkératose. La vitamine B5, ou acide pantothénique, a une action sur la repousse

du poil et du cheveu et sur leur aspect. La carence en vitamine B12, peut faire tomber les cheveux, et entraîner une hyperséborrhée. Enfin, la carence en vitamine H, ou biotine, entraîne une atrophie des follicules pileux. C'est pourquoi il faut faire très attention à tous les régimes amaigrissants qui engendrent de nombreuses carences (Egre-Miani et Serres, 2000; Meynadier, 1980).

Parallèlement, une alimentation riche en sucres et en graisses qui favorise l'hypercholestérolémie, l'hypertriglycéridémie et le diabète va altérer la capacité de vasodilatation artérielle et les échanges, et donc favoriser la chute du cheveu.

La présente étude porte sur l'impact des saisons et les déséquilibres de métaux lourds sur l'intensité de la chute ainsi que la qualité des cheveux.

## 2. Matériel et méthodes:

L'étude porte sur 215 patients diagnostiqués alopeciques, dont 18 (8%) hommes et 197 (92%) femmes avec un test OligoCheck complet. Les échantillons ont été répartis selon quatre tranches d'âge : [0 à 25 ans [, [25 et 50 ans [, [50 à 75 ans[ et [75 à 100 ans[.

Le matériel utilisé dans cette étude est le spectrophotomètre de contact cutané « OligoCheck », qui est un dispositif de la plateforme So/Check créée en 2006 par la société montpelliéraine "Physioquanta" fondée par Guillaume MOREAU. Basé sur une méthode analytique quantitative, qui consiste à mesurer l'absorption ou la densité optique de minéraux, vitamines et métaux lourds. Le principe de base est que chaque composé chimique absorbe, émet ou réfléchit de la lumière (rayonnement électromagnétique) sur une certaine plage de longueur d'onde. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière dans la limite de proportionnalité énoncée dans la loi Beer Lambert.

### 2-1. Étude statistique

L'étude présentée dans ce présent rapport est rétrospective. Les données ont été recueillies sur la plateforme So/Check de l'ordinateur personnel de l'établissement, saisies sur le logiciel Microsoft Excel 2019. Le test utilisé dans cette étude est NEWMAN et KEULS à un intervalle de confiance ( $P < 0,05$ ). Les données ont été analysées à l'aide de SAS (Statistical Analysis System V9). Les résultats ont été présentés sous forme de (Moyenne  $\pm$  écart type) pour les variables quantitatives et pourcentage pour les variables catégorielles.

## 3. Résultats & discussion

Le groupe d'âge le plus touché est de [25 et 50 ans[ à 71% avec une moyenne de 33,76 ans

En 2007, Dinh a indiqué dans son étude que la perte de cheveux est une source importante de préoccupation pour tous les individus, indépendamment de l'âge et du sexe, et a réussi à prouver qu'elle a un impact plus profond chez les femmes sur les interactions sociales par rapport aux altérations de la qualité de la vie (Dinh et Sinclair, 2007).

La prédominance féminine (92%) est marquante dans toutes les tranches d'âge (Figure 1). Étant donné que la chevelure reflète l'estime de soi, on peut déduire que l'alopécie est plus dévastatrice chez les femmes que chez les hommes.

L'évaluation des teneurs moyennes en métaux lourds a montré un accroissement de la toxicité avec l'âge, possiblement due à une exposition chronique. Ce qui attire l'attention dans la série de patients alopeciques c'est les fortes teneurs en Hg et Cd. Dans les faits, ces métaux sont émis dans l'atmosphère par l'activité humaine, ils sont également présents dans les eaux, par conséquent, dans les denrées alimentaires du quotidien (Lesne, 2021).

Il a été rapporté que le Si est efficace pour contrebalancer l'effet de l'aluminium dans l'organisme et en stimuler son élimination, ce qui a été confirmé par nos résultats (Desouky et al., 2002).

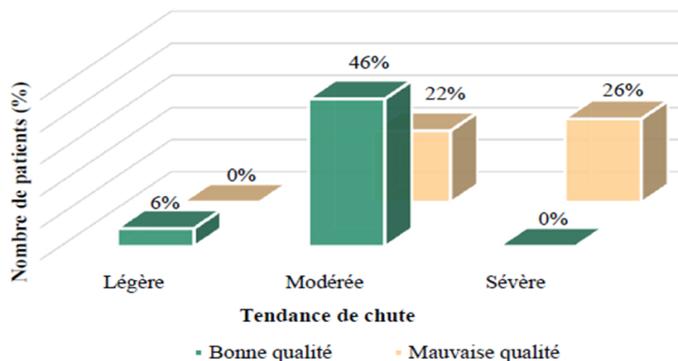


Fig. 1. Effet de la tendance de la chute sur la qualité des cheveux .

### 3-1. Tendance de chute et qualité des cheveux :

Dans la présente étude, la chute de cheveux a été répartie en trois catégories : légère, modérée et sévère. Dans l'OligoCheck, la chute légère est représentée par « bon », modérée par « mauvais » et sévère par « à corriger ». Quant à la qualité des cheveux est indiquée en bonne ou mauvaise : bonne correspond aux valeurs inférieures à 50% dans l'OligoCheck et mauvaise aux valeurs supérieures ou égales à 50% (Figure 1).

Ces résultats révèlent une corrélation négative entre la qualité des cheveux et la tendance de chute des cheveux. Plus la chute est impor-

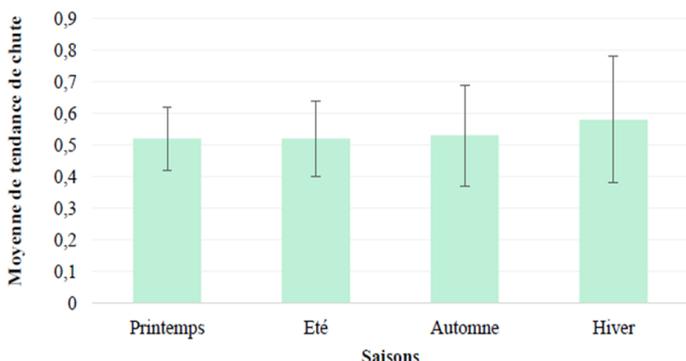


Fig. 2. Influence des saisons sur la tendance de chute des cheveux .

tante et plus la qualité des cheveux est mauvaise. 103 (48%) patients présentent une mauvaise qualité des cheveux tandis que 112 (52%) patients ont une bonne qualité des cheveux. Sur les 48% des patients dont les cheveux étaient de mauvaise qualité, 26% des patients ont subi une perte de cheveux sévère.

### 0. 3-2. Chute de cheveux et saisons

L'échantillon de cette enquête regroupe les patients ayant consulté pour une alopecie dans la période allant du 21 mars 2021 au 21 mars 2022 (Figure 2).

Les résultats obtenus témoignent d'une chute significativement importante en période d'hiver avec une moyenne de  $0,58 \pm 0,2$  ( $P < 0,05$ ) et d'une absence de différence significative entre le printemps ( $0,52 \pm 0,10$ ), été ( $0,52 \pm 0,12$ ) et automne ( $0,53 \pm 0,16$ ).

Par contre, Randall (1991) a porté dans son étude sur les changements saisonniers dans la croissance des cheveux humains, la preuve que la perte de cheveux était significativement corrélée aux variations saisonnières et qu'elle survient le plus souvent en été et en automne (Randall, Ebling, 2001).

Alors qu'une étude analytique récente (2018), estime que la physiologie de la perte de cheveux liée aux variations saisonnières reste inconnue puisque les implications cliniques des saisons sur la chute de cheveux incluent le potentiel de confusion du diagnostic, des conditions de perte de cheveux et/ou des interactions médicamenteuses (Hsiang et al., 2018).

### 3-3. Profil des métaux lourds

Les métaux lourds sont des éléments qui ont une densité au moins cinq fois supérieure à celle de l'eau et qui ont des numéros atomiques élevés (Morais et al., 2012). Ils sont classés en deux groupes en tant que métaux lourds essentiels et non essentiels. Les métaux lourds essentiels sont associés à des effets bénéfiques chez l'homme ainsi que chez d'autres organismes vivants. Cependant, ils peuvent entraîner des effets toxiques lorsque l'exposition dépasse les limites tolérables supérieures (Izah et al., 2016).

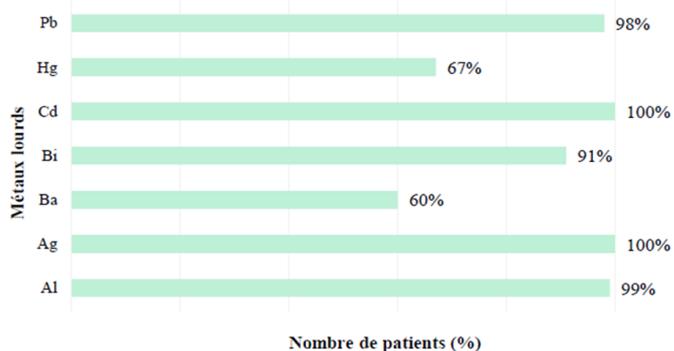


Fig. 3. Répartition du nombre de patients en fonction de la biodisponibilité intratissulaire des métaux lourds.

### 3-4. Dosage des métaux lourds

Dans l'OligoCheck, les limites tolérables supérieures des métaux lourds sont définies par des valeurs inférieures à 33% et les excès par des valeurs supérieures ou égales à 33%.

La répartition des patients en fonction des taux de métaux lourds intratissulaires est illustrée (Figure 3). Les résultats ont relevé un excès de Cd et d'Ag chez la totalité (100%). De plus, un excès en Pb, en Hg, en Bi, en Ba et en Al est observé chez 98%, 67%, 91%, 60% et 99% des patients respectivement.

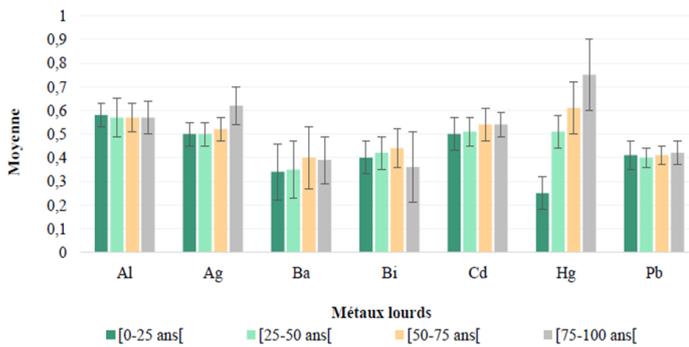


Fig. 4. Toxicité aux métaux lourds en fonction des tranches d'âge.

Morais et al., (2012) rapportent que les voies potentielles d'entrée des métaux lourds dans le corps comprennent soit l'exposition environnementale naturelle, soit d'autres moyens tels que l'exploitation minière, l'érosion des sols, les déchets industriels, l'air, la pollution ou les pesticides. Bien que l'exposition professionnelle soit possible chez certaines personnes, l'alimentation représente la principale source d'exposition, raison pour laquelle une portion importante de la population est en excès de métaux lourds (Khadraou, 2021)

La tranche d'âge la plus touchée par la toxicité aux métaux lourds est entre 75 et 100 ans. L'excès du Bi et Ba reste important, mais pas aussi significatif que l'excès en Aluminium Al, en Argent Ag et en Cadmium Cd (Figure 4).

Une moyenne d'excès hautement significative en Hg a été observée chez les patients de plus de 75 ans ( $0,75 \pm 0,15$ ) par rapport aux patients de moins de 25 ans ( $0,25 \pm 0,07$ ) avec un rapport de différence de 66,66.

Le Hg est un métal impliqué dans l'alopécie. Il se lie au groupe sulfhydryle de kératine dans les cheveux et aboutit par la suite à un effluvium anagène (Kanwar et al.2013).

A des niveaux toxiques, il provoque des dommages causés par les radicaux libres, entraînant des symptômes tels que fatigue, dépression, insomnie, perte de mémoire, tremblement et perte de cheveux (Neustadt et Pieczenik, 2007)

Wu et al., (2013) ont décrit un homme de 51 ans présentant une perte de cheveux accentuée, de la fièvre, des étourdissements, une éruption cutanée, une faiblesse des extrémités après l'utilisation d'un

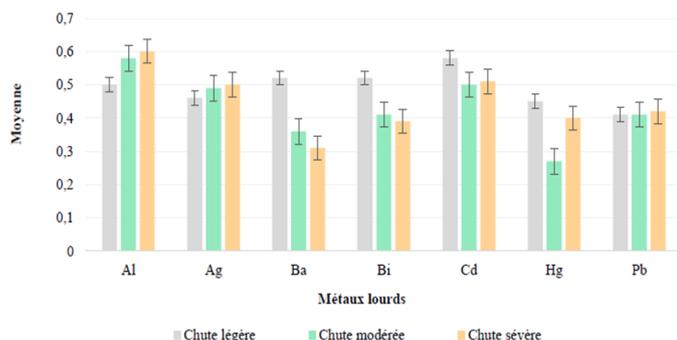


Fig. 5. Corrélation entre les taux moyens des métaux lourds et la sévérité de la chute de cheveux.

mélange minéral traditionnel chinois homéopathique topique pour traiter les fistules anales. L'analyse de ce mélange a révélé qu'il contenait du Hg et As (wu et al., 2013)

Alors qu'une autre enquête (2018) sur une femme de 43 ans initialement évaluée pour une ménopause précoce et qui a ensuite subi une perte de cheveux soudaine et circonscrite sur le cuir chevelu. Des tests sanguins ont indiqué des niveaux élevés de Hg et une recherche plus approfondie a révélé une alimentation riche en thon. Les niveaux ont chuté avec l'élimination du thon alimentaire (Khadraou, 2021).

### 3-5. Métaux lourds et chute de cheveux

Les taux moyens des métaux lourds sont répartis en fonction de la chute sévère (Figure 5). Les résultats montrent que l'Al, l'Ag, le Bi, le Cd, le Hg et le Pb semblent être associées à la sévérité de la chute.

Dans le corps humain, l'aluminium se substitue au Fe, au Cu et au Zn en empêchant les enzymes de fonctionner et perturbant les réactions chimiques. Le Hg, le Pb et le Cd agissent de la même manière.

L'Al est ubiquitaire. On le trouve dans les ustensiles de cuisine en Al, l'eau courante, les emballages, les vaccins, les médicaments (les pansements gastriques, les médicaments anti-reflux), mais aussi dans les additifs alimentaires marqués par E173, 520, 521, 523, 541, 554, 555, 556, 559 et E55 .... (Khadraou, 2021). Le Pb est utilisé dans divers procédés industriels en raison de ses propriétés physiques et chimiques exceptionnelles. Les moyens d'exposition les plus courants

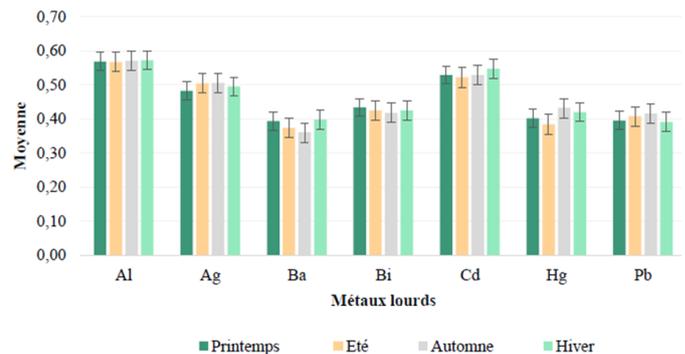


Fig. 6. Corrélation entre les taux moyens des métaux lourds et la sévérité de la chute de cheveux.

comprennent le sol, les colorants, l'essence, les insecticides, les cosmétiques, les piles et les tuyaux en Pb entraînant une contamination de l'eau. Le Pb se lie à l'hémoglobine dans les érythrocytes et est progressivement libéré dans les tissus mous. Sa demi-vie d'élimination dans le corps humain est de 27 ans (Yavuz et al., 2018). N'empêche, jusqu'à présent, les études n'ont généralement pas réussi à trouver une association entre l'exposition au Pb et la perte de cheveux. Le tabagisme représente la cause non professionnelle la plus importante d'exposition au cadmium. Les fumeurs ont des niveaux de cadmium significativement élevés dans le sang, l'urine, les cheveux et d'autres tissus par rapport aux non-fumeurs (Abdel Aziz et al., 2015), les patients avaient des niveaux de cadmium significativement plus élevés que les témoins (Abdel Aziz et al., 2015).

### 3-6. Métaux lourds et saisons

La répartition des taux moyens en métaux lourds en fonction des

saisons est présentée dans la [figure 6](#).

Les résultats révèlent que les taux moyens des métaux lourds restent inchangés au fil des saisons. C'est dire qu'il n'existe aucun lien direct entre le changement des saisons et les niveaux de métaux lourds.

Il faut dire que l'activité humaine n'a apporté aucun changement dans les volumes de métaux lourds. Comme rapporté par [Sachetelli et al., \(2019\)](#), il n'y a ni création, ni suppression. L'activité humaine a surtout changé la répartition des métaux, les formes chimiques (ou spéciation) et les concentrations, elle a également permis l'introduction de nouveaux modes de dispersion (fumées, égouts, voitures, etc.)

Si une partie des métaux lourds part directement dans le sol et les eaux, l'essentiel est d'abord émis dans l'atmosphère avant de rejoindre les deux autres compartiments. Les origines anthropiques des métaux lourds sont diverses.

#### 4. Discussion générale

La corrélation de l'alopécie avec l'âge et le sexe dévoile une prédominance féminine dans toutes les tranches d'âges en apportant la preuve que l'alopécie est plus nuisible et dévastatrice pour les femmes dans leur qualité de vie que pour les hommes.

Par opposition aux études antérieures, les résultats sur les effets des saisons sur l'alopécie ont révélé que la chute des cheveux en hiver (0,58) était plus prononcée qu'en été (0,52) et en automne (0,53) [Randall, Ebling, 2001](#); [Hsiang et al., 2018](#).

Un pic de croissance capillaire se fait sentir en été (juillet), pour se protéger du soleil (phase anagène). A noter que les cheveux déjà morts mettent des semaines à tomber, voire 3 ou 5 mois (phase catagène). L'automne est donc la fin de cycle (phase télogène). En effet, les rayons solaires augmentent la sécrétion des hormones qui régissent la croissance des cheveux pour protéger le cuir chevelu des agressions environnementales. Lorsque le froid se fait ressentir davantage, l'humidité baisse et le cuir chevelu devient plus sec.

Combinés à d'autres facteurs comme le stress, la fatigue, les journées courtes et une exposition réduite aux UV, les cheveux ont tendance à être de plus fragiles, deviennent cassants et tombent rapidement.

L'étude de l'impact des saisons sur les variations intratissulaires en micronutriments n'a démontré aucune différence significative. De ce fait, on peut déduire que l'alopécie saisonnière n'est pas liée aux concentrations intratissulaires des vitamines, minéraux et métaux lourds, mais plutôt aux facteurs externes comme le climat, le stress, la fatigue et les produits cosmétiques utilisés.

#### 5. Conclusion

Le follicule de cheveu humain est une annexe de la peau qui, de façon unique dans l'organisme humain, se renouvelle de façon cyclique, autonome et stochastique. Pour assurer ce renouvellement et produire des cheveux sains et forts, le follicule pileux requiert une alimentation bien équilibrée, riche en vitamines, minéraux et oligoéléments.

Jusqu'à présent, très peu d'études ont souligné le rapport des excès en minéraux avec l'intensité de l'alopécie. C'est pourquoi il pourrait être intéressant de se pencher sur le sujet pour apporter la preuve que l'excès n'impact pas sur la tendance de chute. De surcroît, une étude cas témoin est nécessaire pour mieux étayer les facteurs de risque de l'alopécie. Dans la mesure où la présence de métaux lourds au niveau intratissulaire peut provoquer des chutes sévères et bloquer l'assimilation de minéraux. Il est préférable de faire un dépistage des métaux lourds chez les sujets alopeciques pour permettre d'apprécier la tendance de la chute et faciliter la supplémentation en minéraux et vitamines.

#### Références

- Abdel Aziz A., Hamed S., Gaballah M., (2015) - Possible relationship between chronic telogen effluvium and changes in lead, cadmium, zinc, and iron total blood levels in females: A Case-control study. *Int J Trichology*, 7(100), p6.
- Auzou M., Melchior-Bonnet S., (2001) - Les vies du cheveu, *Édition Découvertes Gallimard*, p60-81.
- Bendouan F. R. 2022. Impact des saisons et le déséquilibre intratissulaire de certains oligominéraux, vitamines et métaux lourds sur l'alopécie dans la région de Mostaganem. *Memoire de master, université de mostaganem*, 54p.
- Bernard A., (2003) - Dynamique du cycle pileux : le cas du follicule de cheveu humain, *J. Soc. Biol.*, 197(1), p1.
- Bouhanna P., et Reygagne P., (1999) - Pathologie du cheveu et du cuir chevelu, *Édition Masson*, p 26-31.
- Cotsarelis G., 2006 - Epithelial stem cells: a folliculocentric view, *J Invest Dermatol*, 126(1459), p68.
- Desouky M., Jugdaohsingh R., McCrohan R., WhiteN., Jonathan J., (2002) - Aluminum-dependent regulation of intracellular silicon in the aquatic invertebrate *Lymnaea stagnalis*. *Powell Proc Natl Acad Sci USA*, 99(6), p3394-3399.
- Dinh Q., Sinclair R., (2007) - Perte de cheveux chez les femmes : concepts de traitement actuels, *Clin Interv Vieillesse* p99-189.
- Egre-Miani M., Serres P., (2000) - Les cahiers de médecine esthétique, les alopecies, *ED. Solar*, p14-22.
- Fréchet P., 2009 - Perte de cheveux : les solutions, *Édition Grancher*, p47-51
- Hsiang E., Semenov Y., Aguh C., KwatraG., (2018) - Seasonality of hair loss: a time series analysis of Google Trends data 2004-2016, *Br J Dermatol*, 178 (4), p978-979.
- Izah S., Inyang I., Angaye T., Okowa I., (2016) - A Review of Heavy Metal Concentration and Potential Health Implications of Beverages Consumed in Nigeria, 5(1), p1.
- Kanwar A., Narang T., (2013) - Anagen effluvium. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 79, p604-612.
- Khadraoui S., (2021) - Comportement électrochimique de l'alliage d'aluminium en milieu d'acide chlorhydrique. Effet d'inhibiteur, *Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF, M'SILA*, p43.
- Lesne J., (2021) - Lien entre maladies de civilisation et pollution de l'environnement : un aperçu bibliographique. *Environnement, Risques & Santé*, 6(1), p14.
- Loussouarn G., (2001) - African hair growth parameters, *Br J Dermatol*, 145(294)? p7.
- Meynadier J., (1980) - Précis de physiologie cutanée, *Ed. De la Porte, Paris*, p102-111.
- Morais S., Costa F., Lourdes Pereira M., Oosthuizen J., (2012) - Métaux lourds et santé humaine. Questions et pratiques émergentes en matière de santé environnementale.

- Neustadt J., Pieczenik S., (2007) - Toxic-metal contamination: mercury. *Integr Med*, 6, p36-37.
- Randall V., Ebling F., (2002) - Seasonal changes in human hair growth, *Br J Dermatol*, 124(146), p151.
- Richter P., Faroon O., Pappas S., (2017) - Cadmium and cadmium/Zinc ratios and tobacco-related morbidities. *Int J Environ Res Public Health*, 14, p1154.
- Sachetelli S., Bleau K., Patenaude, V. (2019). Bioremédiation de sols contaminés aux hydrocarbures et aux métaux lourds à l'aide de bactéries génétiquement sélectionnées. Travail de fin d'études (baccalauréat en biotechnologie), Cégep de Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec.
- Wu M., Deng J., Lin K., Tsai J., (2013). Lead, mercury, and arsenic poisoning due to topical use of traditional Chinese medicines. *American Journal of Emergency Medicine*, 31(2), 451-454.
- Yavuz I., Yavuz G., Bilgili S., Demir H, Demir C., (2018) - Évaluation des niveaux de métaux lourds et d'oligo-éléments chez les patients atteints d'effluvium télogène. *Indien J Dermatol*. 63(3), p246-250.
- Yu V., Juhász M., Chiang A., Atanaskova Mesinkovska N., (2018) - Alopecia and Associated Toxic Agents: A Systematic Review. *Skin Appendage Disorders*.
- Plikus, M. V., Mayer, J. A., & Chuong, C. M. (2006). Stem cells: a folliculocentric view. *Journal of Investigative Dermatology*, 126(1459), 68.
- Sachetelli, S., Bleau, K., Patenaude, V. (2019). Bioremédiation de sols contaminés aux hydrocarbures et aux métaux lourds à l'aide de bactéries génétiquement sélectionnées. *Les Cahiers de l'environnement industriel*, 23 (1), 31-45.

## Analyse physicochimique et bactériologiques des eaux potables dans la région de Bouguirat .

BENGUENOUNA Nouredine<sup>1</sup>; BENABDELMOUMENE Djilali<sup>1\*</sup>, TEFIANI Choukri<sup>2</sup>, BOUZOUINA Mohamed<sup>3</sup>, FODIL Mustapha Kamel<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire de Physiologie Animale Appliquée, Université de Mostaganem, Algérie.

<sup>2</sup> Faculté SNV/STU. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen.

<sup>3</sup> Plant Protection Laboratory, Abdelhamid IBN Badis – Mostaganem University, Kharrouba, 27000 Mostaganem, Algeria.

### ARTICLE INFO

### R É S U M É

#### Mots clés:

Bouguirat -  
physico-chimique -  
qualité bactérienne .

Le but de notre étude, est d'évaluer les effets des traitements par javelisation, sur les qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux de la zone de Bouguirat . À cet effet, 60 échantillons ont été prélevé de mars à mai 2020, au niveau de 4 sites de la région de Bouguirat (Mostaganem): Bouguirat centre, Merdja, Kitchoua et Ouled Benyoucef.

Les résultats ont démontré que la qualité bactériologique de l'eau de Bouguirat a été nettement améliorée après avoir été traitée par l'eau de javel.

Nos échantillon d'eau, ont présenté également des niveaux élevés de chlorure jusqu'à 447,3 mg/l et un niveau élevé de TAC (Titre alcalimétrique Complet) qui atteint une valeur maximale de 76°C.

### 1.Introduction

L'amélioration de la sécurité alimentaire dans le monde est un enjeu qui dépend des ressources en terres et en eau et de la façon dont elles sont utilisées. La pression démographique, le changement climatique et la compétition de plus en plus âpre dont la terre et l'eau font l'objet vont probablement aggraver l'insécurité alimentaire, en particulier pour les populations vulnérables d'Afrique et d'Asie. Assurer une alimentation suffisante à tous les habitants du monde est un défi qui est plus que jamais difficile à relever. (Fao, 2011)

La population mondiale, qui augmentera de moitié au cours du demi-siècle prochain, passant de 6 à 9 milliards d'individus, sera de plus en plus concentrée dans des villes devenues des mégapoles. La survie de cette population dépend de l'essor d'une agriculture qui utilise déjà 70 % de l'eau disponible. La lutte contre la pauvreté requiert

l'accès à la consommation directe en eau, alors qu'à défaut d'infrastructures adéquates, une personne sur cinq est aujourd'hui privée d'eau potable et une sur deux, de tout système d'assainissement. Enfin, l'élévation du niveau de vie et le désir universel de bien-être entraînent le développement des usages industriels de l'eau. Au total, les besoins en eau devraient donc s'accroître d'au moins 40 % d'ici vingt ans ! Aussi l'eau douce est-elle, plus que jamais, au cœur des préoccupations mondiales. Or celle-ci ne représente que 2 % de l'eau disponible. (Aubry, 2021)

La détérioration de la qualité des ressources en eau devient donc une préoccupation à l'échelle mondiale (Kouam Kenmogne, 2013). Plus d'un milliard d'êtres humains se trouvent dans l'obligation de se contenter d'une eau non potable et donc vivre avec des parasites dans le corps qui leur apporteront des maladies (Gaspard, 2002). Dans les continents africain, asiatique et latinoaméricain, 57% des personnes en moyenne n'ont pas accès à l'eau potable (Vermande, 2002).

\*Corresponding author.

E-mail address: [nour27b@gmail.com](mailto:nour27b@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 18 February 2023;

Accepted 01 March 2023

L'objectif de ce travail est d'évaluer les effets des traitements par javellisation, sur les qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux de la zone de Bouguirat .

## 2. Matériel et méthodes:

2-1. Situation géographique de Bouguirat: Bouguirat est une commune de la wilaya de *Mostaganem*. Elle est limitée à l'ouest par la commune de Souaflija et Sirat, au sud par la daïra de Yellel (Wilaya de Relizane) et à l'est par la commune d'Elghomri (Wilaya Mascara). (Figure 01).

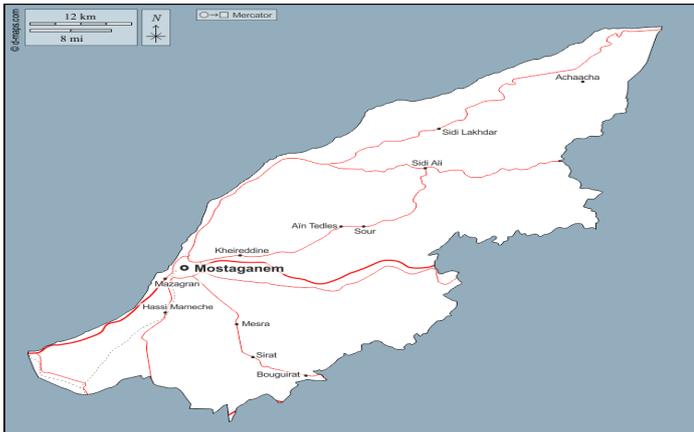


Fig. 1. carte géographique de la daïra de Bouguirat (Coordonnées 35° 45' 05" nord, 0° 15' 12" est (Google Map, 2023).

### 2-2. Echantillonnage et mode de prélèvement pour les analyses physico-chimiques et bactériologique :

Au total, 60 échantillons ont été prélevés durant les mois de Mars, Avril et Mai de l'année 2020. Les échantillonnages ont été réalisés dans différents sites de Bouguirat : \*Bouguirat centre, \*Merdja (Commune Bouguirat), \*Kitchoua (Commune Bouguirat) et \*Ouled Benyoucef (Commune Bouguirat).

Des flacons en plastiques ont été utilisés pour la conservation des échantillons destinés aux analyses physico-chimiques. Pour les analyses bactériologiques, nous avons utilisé des flacons stériles d'une contenance de 250 ml.

### 2-3. Analyses physiques chimiques :

Pour chaque prélèvement, on a relevé *in situ* la température, la conductivité électrique, le titre alcalimétrique ainsi que le pH. Tous les paramètres ont été mesurés selon les méthodes d'analyses préconisées par Rodier *et al* (2005). Les résultats des analyses chimiques sont exprimés en mg/l.

### 2-4. Analyse microbiologiques

Les germes recherchés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux (*E. coli*) et les entérocoques intestinaux. Ces données entrent dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux potables. La méthode exploitée pour la recherche des bactéries dans les eaux étudiées est basée sur la méthode dite de la membrane filtrante et selon les normes « AFNOR » (Rodier *et al*. 2005).

Mode opératoire : A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15ml de gélose

TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

Tab. 1. Résultats des mesures de pH .

	pH					
	Mars		Avril		Mai	
	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée
<i>Merdja</i>	7.62	7.45	8.26	8.28	8.03	7.36
<i>Kitchoua</i>	7.96	7.52	8.57	7.68	8.04	7.93
<i>Bouguirat centre</i>	7.98	7.83	7.83	7.52	7.96	7.83
<i>Ouled Benyoucef</i>	7.64	7.56	8.10	8.03	7.94	7.91
La norme est de 8.5						

Incubation et lecture : Retourner les boîtes et incuber, La première à 37 °C pendant 24 h à 48 h, et la deuxième à 22 °C pendant 72 h. la lecture se fait après chaque 24h. On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

Tab. 2. Résultats des mesures d'Oxygène dissous .

	Oxygène dissous (mg/L)					
	Mars		Avril		Mai	
	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée
<i>Merdja</i>	5.70	5.95	5.52	5.59	6.95	6.87
<i>Kitchoua</i>	6.18	6.63	5.42	6.62	5.49	5.82
<i>Bouguirat centre</i>	5.35	5.95	6.80	6.35	5.03	5.77
<i>Ouled Benyoucef</i>	5.75	6.92	5.64	5.87	6.19	6.38
La norme est de 14 mg/L						

## 3. Résultats & discussion

### 3-1. Résultats des analyses physico-chimiques

Tab. 3 Résultats des dosages de Chlorure

	Chlorure (mg/L)					
	Mars		Avril		Mai	
	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée
<i>Merdja</i>	284.2	227.5	376.3	447.3	187	161
<i>Kitchoua</i>	34.08	262.7	426	362.1	312.4	269.8
<i>Bouguirat centre</i>	320	315	250	220	311.7	241.4
<i>Ouled Benyoucef</i>	255.4	241.5	200	150	350	275
La norme est de 200 mg/L						

-PH : Les résultats du pH, sont conformes aux normes de l'OMS, cependant, le pH augmente après javellisation (tableau 1).

-Titre alcalimétrique (Ta): Les résultats obtenus montrent que le titre alcalimétrique (TA) de nos échantillons est nul durant les trois

mois d'étude et dans tous les sites étudiés.

- **Titre alcalimétrique complet (Tac):** dépassent les normes de l'OMS qui est de 22°F, elles atteignent la valeur maximale 76°F pour la région de Merdja du prélèvement du mois de Mars sauf que la valeur de la région de Merdja du mois de Mai est acceptable pour les normes de l'OMS.

- **Oxygène dissous :** Les résultats de l'oxygène dissous de l'eau de nos échantillons sont proches aux normes de l'OMS et les valeurs sont diminuées après le traitement par l'eau de javel (tableau 2).

- **Dosage des Chlorure :** Les résultats de nos échantillons révèlent des taux plus élevés de chlorure sont de l'ordre de 447.3 mg/L pour le prélèvement du mois d'Avril de la région de Merdja (tableau 3).

- **Matière en suspension :** La matière en suspension de l'eau de la région de Bouguirat est nulle, c'est à dire que cette eau est propre. On note aucun effet de traitement sur la valeur de MES (Matière en Suspension) (Rodie, 1996).

- **Conductivité électrique :** Les résultats obtenus montrent que les valeurs de la conductivité de nos échantillons sont inférieures aux normes de l'OMS (3 ms/cm), cela s'explique par une minéralisation moyenne de nos eaux. (tableau 4).

Tab. 4 Résultats des mesures de Conductivité électrique .

	Conductivité électrique (ms/cm)					
	Mars		Avril		Mai	
	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée	Traitée	Non traitée
<i>Merdja</i>	1.36	1.47	2.08	1.73	2.62	1.96
<i>Kitchoua</i>	1.42	1.26	2.10	1.75	1.51	1.46
<i>Bouguirat centre</i>	1.81	1.72	1.81	1.75	2.54	1.75
<i>Ouled Benyoucef</i>	1.47	1.39	1.75	1.70	2.73	1.73
La norme est de 03 ms/cm						

### 3-2. Résultats des analyses bactériologiques

#### - Les coliformes totaux:

Dans notre travail, nous avons enregistré la présence des coliformes dans les échantillons non traités pour la région de Kitchoua et Bouguirat centre dans le mois de Mars, et les régions de Kitchoua et Ouled Benyoucef du mois d'avril, et toutes les régions durant le mois de Mai avec un taux qui varie.

Pour les échantillons traités de toutes les régions nous avons enregistré l'absence totale des coliformes (tableau 5).

Tab. 5. Résultats de recherche et dénombrement des coliformes totaux

	Les coliformes totaux					
	Mars		Avril		Mai	
	Traitée	Non Traitée	Traitée	Non Traitée	Traitée	Non
<i>Merdja</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	240
<i>Kitchoua</i>	Abs	430	Abs	> 2400	Abs	30
<i>Bouguirat centre</i>	Abs	30	Abs	Abs	Abs	20
<i>Ouled Benyoucef</i>	Abs	Abs	Abs	10	Abs	10
La norme : Abs						

#### - Coliformes fécaux :

Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides , nous avons utilisé le protocole suivant:

A- Test de présomption :A partir de l'eau à analyser,- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham. - 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham. - 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham. Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

B- Lecture : Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois : · Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche). · Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu). La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP

C- Test de confirmation : Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche. Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

D- Lecture : Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois : Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche). Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C. · Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'*E. coli*).

L'analyse faite sur l'eau indique l'absence des coliformes fécaux dans la plupart de nos échantillons sauf les prélèvements de Kitchoua non traités du mois Mars et Avril qui donnent des résultats positifs (tableau 6).

**Tab. 6.** Résultats de recherche et dénombrement des coliformes fécaux .

		Les coliformes fécaux					
		Mars		Avril		Mai	
		Traitée	Non Traitée	Traitée	Non	Traitée	Non Traitée
Région de prélèvement	Merdja	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Kitchoua	Abs	90	Abs	228	Abs	Abs
	Bouguirat centre	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Ouled Benyoucef	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
		La norme : Abs					

La Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide, a été réalisée suivant le protocole suivant:

A- Test de présomption : A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement : 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C . 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

B- Lecture : Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois : Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

C-Test de confirmation : Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA . Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24heures.

D- Lecture : Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois : Un trouble microbien. Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

Les analyses indiquent la présence des streptocoques fécaux dans les prélèvements de Kitchoua non traités durant les 3 mois et les échantillons de Merdja non traités pour le mois d'Avril et l'absence dans les autres échantillons non traités, et pour les échantillons traités nous avons enregistré l'absence totale des streptocoques fécaux (tableau 7).

**Tab. 7.** Résultats de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux .

		Les streptocoques fécaux					
		Mars		Avril		Mai	
		T	NT	T	NT	T	NT
Région de prélèvement	Merdja	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
	Kitchoua	Abs	110	Abs	155	Abs	30
	Bouguirat centre	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
	Ouled Benyoucef	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
		La norme : Abs					

#### 4. Conclusion

Au cours de ce travail, nous avons pu de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de Bouguirat qui montre les observations suivantes. Les analyses physico-chimiques montrent que c'est une eau douce qui présente une bonne qualité organoleptique. Notre échantillon d'eau renferme des taux assez élevés en chlorure, qui ont atteint un maximum de 447,3 mg/l et un taux élevés de TAC qui atteint une valeur maximale de 76°C. Le traitement par javellisation, présente l'avantage d'assurer la désinfection de l'eau d'autre, cependant il pourrait également engendrer des effets nocifs pour la santé humaine. Pour cela des petites quantités d'eau de javel peuvent être utilisées.

#### Références

- Aubry P., Gaüzère B-A. Illustrations A. (2010). Bouldouyre. Splendeurs et dangers de la faune marine. Envenimations, intoxications, blessures, traitements. *Médecine : Edition Xavier Montauban, Paris 2010, 159 p*
- FAO. (2011). Etat des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture.
- Kouam Kenmogne G-R. (2013). Vers une gestion rationnelle de l'eau dans une situation complexe d'urbanisation anarchique dans un pays en développement : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun). *THÈSE DE DOCTORAT, université de liège Belgique*
- Nanfack, N. A. C., Fonteh, F. A., Payne, V. K., Katte, B., & Fogoh, J. M. (2014). Eaux non conventionnelles: Un risque ou une solution aux problèmes d'eau pour les classes pauvres. *Larhyss Journal, 17, 47-64.*
- Normes ISO (566, 713), (1994); Qualité de l'eau. Echantillonnage. guide général sur la conservation et la manipulation des échantillons
- OMS. (2004). Directives de Qualités pour l'Eau de Boisson (3ème edn). Organisation Mondiale de la Santé : Genève, Suisse.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Cham bon P., Cham Psaur H. & Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. *Ed. Dunod, Paris, 1384 p.*
- Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., Mialocq J.C., Leroy P., Houssin M., Lavison G., Bechemin C., Vincent M., Rebouillon P., Moulin L., Chomodé P., Dujardin P., Gosselin S., Seux R., Almardini F. (2009) : L'analyse de l'eau, 9ème Ed. *Dunod, Paris, France*
- Vermande P. (2002). La Gestion Intégrée de l'Eau : les enjeux mondiaux et régionaux. *In : Actes du Colloque International réalisé à Port-au-Prince les 26, 27, 28 juin 2002. pp 10-19.*

## Caractérisation topologique de la protéine MalG du transporteur ABC d'*Escherichia coli*

BENTAHAR Mohamed-Chérif<sup>1\*</sup>, LAI Thanh-lan<sup>2</sup>, VALERIO-LEPINIEC Marie<sup>3</sup>, BENBOUZIANE Bouasria<sup>4</sup>, BENABDELMOUMENE Djilali<sup>1</sup>, MINARD Philippe<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physiologie Animale Appliquée (LPAA), Université de Mostaganem, Algérie.

<sup>2</sup> Institut de Biologie et Technologies de Saclay (IBiTec-S), CNRS URA 2096, Bât 532, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

<sup>3</sup> Institut de Biochimie Moléculaire et Cellulaire (IBBMC), Univ Paris Sud, UMR 8619, Orsay, F-91405 Orsay, France

<sup>4</sup> Laboratoire de Bioéconomie, Université de Mostaganem, Algérie

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

Transport de sucre  
Protéines membranaires  
Transporteur ABC  
MalG  
*Escherichia coli*

### R É S U M É

La cellule à laquelle nous nous intéressons est l'entérobactérie *Escherichia coli*. On trouve dans ses membranes tous types de protéines de transport (pompes, canaux et transporteur) ; elle peut donc fournir un modèle simple d'étude sur les protéines impliquées dans les échanges de solutés à travers une membrane biologique.

La protéine MalG est une protéine de la membrane interne d'*Escherichia coli*. En association, avec la protéine MalF et deux protéines MalK et Mal E, forment le complexe de translocation des sucres à travers la membrane. La structure secondaire de MalG contient de multiples segments  $\alpha$ -hélice transmembranaires qui sont constitués de résidus d'acides aminés hydrophobes, facilitant ainsi son insertion dans la membrane.

Nous avons déterminé la topologie correcte de la protéine MalG pour l'insertion dans la membrane interne d'*Escherichia coli* avec le système de fusion de gènes MalG/PhoA. Globalement, MalG possède 6 segments transmembranaires dénombrant 296 résidus d'acides aminés, et des régions C-terminale et N-terminale hydrophiles.

### 1.Introduction

Les transporteurs ABC (ATP-binding cassette) constituent une super-famille de complexes membranaires ubiquitaires essentiels à la survie de l'organisme (Holland, 2011). Elles sont présentes dans toutes les espèces vivantes, des archées à *Homo sapiens* (Goffeau, De Hertogh, & Baret, 2004). Ses gènes représentent jusqu'à 4 % du génome complet des bactéries telles que *Escherichia coli* ou *Bacillus subtilis* (Goffeau et al., 2004) ; Les protéines ABC catalysent une grande variété de fonctions physiologiques, dont beaucoup, mais pas toutes, sont liées au transport. et translocation active d'une grande variété de molécules à travers les membranes biologiques (Goffeau et al., 2004; Jacobo-Albavera, Domínguez-Pérez, Medina-Leyte, González-Garrido, & Villarreal-Molina, 2021; Locher, 2016).

Les transporteurs ABC sont également connus sous le nom de

pompes à efflux car ils assurent le transport transmembranaire de diverses molécules endo- et xénobiotiques grâce à l'hydrolyse de l'ATP. Par conséquent, les transporteurs ABC ont été considérés comme étroitement liés à la multirésistance aux médicaments (MDR) dans le cancer, où l'efflux de médicaments chimiothérapeutiques structurellement distincts entraîne une réduction de l'efficacité thérapeutique (Wu et al., 2021). Au cours des dernières décennies, des efforts considérables ont été déployés pour comprendre la relation structure-fonction, le profil de transport des transporteurs ABC, ainsi que la possibilité de surmonter la MDR en ciblant ces transporteurs (Wang et al., 2021).

Ils sont constitués de deux domaines transmembranaires formant une voie de translocation et deux domaines de liaison aux nucléotides (NBD) qui couplent l'hydrolyse de l'ATP au transport (Rees, Johnson, & Lewinson, 2009; ter Beek, Guskov, & Slotboom, 2014). La plupart des ABC nécessitent une protéine de liaison soluble supplémentaire

\*Corresponding author.

E-mail address: [mc.bentahar@gmail.com](mailto:mc.bentahar@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 20 February 2023;

Accepted 01 March 2023

qui reconnaît le substrat et l'achemine vers les domaines transmembranaires (Eitinger, Rodionov, Grote, & Schneider, 2011; Rice, Park, & Pinkett, 2014)

Le système de transport du maltose chez *Escherichia coli*, qui est responsable de l'absorption des  $\alpha$ -(1→4) maltodextrines linéaires jusqu'au maltoheptose (Boos & Shuman, 1998) fait partie de la superfamille des ABC les mieux caractérisés (Bordignon, Grote, & Schneider, 2010; Chen, 2013; Orelle, Oldham, & Davidson, 2014), ce système est appelé MalEFGK<sub>2</sub> (figure 1), où MalE est une la protéine périplasmique de liaison au maltose (MBP), MalF et MalG sont des protéines intégrales de la membrane formant le pore, et deux MalK forment un homodimère de NBD, ces quatre protéines forment le complexe de translocation des sucres à travers la membrane. (Davidson & Nikaido, 1991) (Oldham & Chen, 2011) ; en général ce système sert de modèle pour les importateurs canoniques des ABC en général. En effet le transporteur de maltose d'*Escherichia coli* est largement étudié depuis plusieurs décennies comme prototype afin d'élucider le mécanisme fondamental des transporteurs ABC (Bordignon et al., 2010; Orelle et al., 2014).

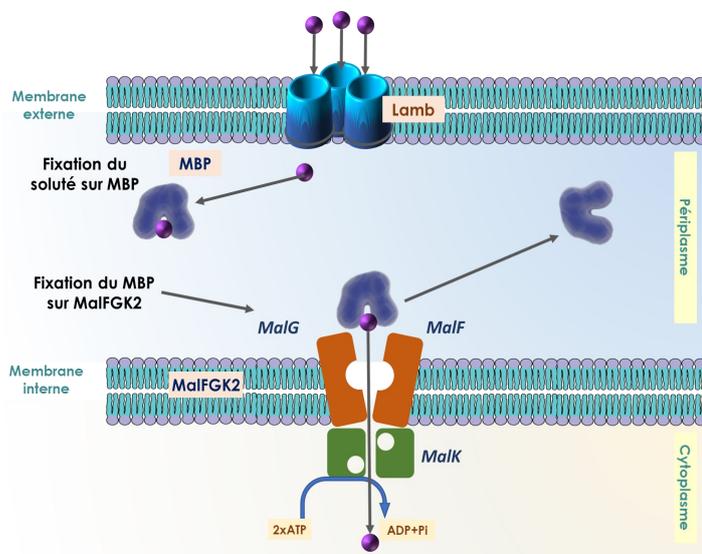


Fig. 1. Représentation schématique du transporteur ABC de maltose (Oldham et al 2013)(Hiller et al 2020).

La richesse des données génétiques, biochimiques et structurales du transporteur de maltose a permis donc une analyse détaillée des événements moléculaires qui permettent le couplage de l'hydrolyse de l'ATP au translocation du substrat (Chen, 2013).

Le but de ce travail est de déterminer l'organisation topologique de la protéine MalG dans la membrane bactérienne en étudiant l'activité des protéines chimères comportant une partie de MalG (ou MalG entière) fusionnée à la phosphatase alcaline (PhoA) grâce à l'utilisation d'outils de biologie moléculaire combinée à la bio-informatique.

## 2. Matériel et méthodes:

### 2-1. Milieu et conditions de culture

Toutes les cultures se font à 37°C en condition d'agitation constante sur milieu LB (Lauria Bertani).

Sept souches d'*E.coli* produisant chacune une protéine chimérique différentes sont utilisés. Chaque fusion traductionnelle malG-phoA est portée par un plasmide différent qui confère en outre la résistance à

l'ampicilline.

### 2-2. Prédiction *in silico* de la topologie de MalG

À l'aide de la séquence de la protéine MalG (P68183) obtenue sur le serveur UniprotKb et de son profil d'hydrophobicité selon l'échelle de Kyte et Doolittle calculé avec l'outil ProtScal (Gasteiger et al., 2005), différents modèles topologiques sont proposés indiquant l'orientation de la protéine dans la membrane plasmique et la localisation précise des segments transmembranaires putatifs dans la séquence primaire de MalG. Les prédictions sont comparées ensuite avec celle trouvée sur le serveur TMPRED (<http://expasy.org/>).

### Prédiction *in silico* de la topologie de la maltoporine

À titre comparatif et dans l'optique de valider notre modèle de prédiction, nous avons en outre fait une prédiction *in silico* de la maltoporine aussi appelée LamB obtenus sur le serveur UniprotKb (P02943 · LAMB\_ECOLI), qui est une protéine de la membrane externe d'*Escherichia coli* (souche K12), formant un pore spécifique aux maltodextrines. Notons aussi qu'elle est également le récepteur au phage  $\lambda$  (Chatterjee & Rothenberg, 2012) ; cette structure est disponible dans la Protein Databank (id #1MAL, <http://www.pdb.org/>).

### Détermination *in vitro* de l'organisation topologique

Afin de déterminer l'organisation topologique de la protéine MalG, nous avons conçu et utilisé une fusion traductionnelle pour exprimer une protéine chimérique. Celle-ci contient une partie de la protéine MalG fusionnée avec PhoA. Ces différentes parties ont été choisies de sorte à être tronquées au niveau des segments transmembranaires d'après le modèle *in silico*. Sachant que PhoA n'est active que lorsqu'elle est dans le périplasm, nous pourrions alors orienter facilement chaque segment (côté périplasm ou cytoplasmique) en mesurant directement son activité à l'aide d'un substrat chromogène, le p-nitrophénylphosphate, (PNPP), et ainsi vérifier expérimentalement la topologie prédite *in silico* de la protéine. Le poids moléculaire théorique de chaque protéine chimérique est calculé grâce aux données du serveur expasy (<http://expasy.org/>).

### 2-3. Construction du plasmide pGA4

Nous avons utilisé différents outils de biologie moléculaire pour construire le plasmide pGA4 à partir du plasmide pGA7 ; ce qui permet l'expression de la protéine de fusion MalG entière avec PhoA. Nous avons supprimé une partie de ce plasmide pour obtenir le plasmide pGA4 avec MalG tronquée et fusionnée à PhoA (Dassa, 1990). Nous avons employé le logiciel pDRAW32 afin de valider cette tache *in silico* (figure 2). Une PCR en trois temps - PCR amont, aval et PCR3 - a été utilisé afin d'obtenir cette construction :

Melange PCR amont : H<sub>2</sub>O : qsp 50  $\mu$ l ; tampon de réaction 5x :1x ; dNTP(5mM) 200 $\mu$ M ; oligo PGA7Xho 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; oligo del7/4-am 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; Taq polymérase 0,1u/ $\mu$ l : 0.1 u ; matrice : plasmide pGA7 1/100 : 5 u.

Melange PCR aval : H<sub>2</sub>O : qsp 50  $\mu$ l ; tampon de réaction 5x :1x ; dNTP(5mM) 200 $\mu$ M ; oligo PGA7Xba 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; oligo del7/4-av 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; Taq polymérase 0,1u/ $\mu$ l : 0.1 u ; matrice : plasmide pGA7 1/100 : 5 u.

Melange PCR3 : H<sub>2</sub>O : qsp 50  $\mu$ l ; tampon de réaction 5x :1x ; dNTP(5mM) 200 $\mu$ M ; PGA7Xba 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; PGA7Xba 5 $\mu$ M : 0,5 $\mu$ M ; Taq polymérase 0,1u/ $\mu$ l : 0.1 u ; matrice : pCR amont 2 $\mu$ l (1/20) + PCR aval 2 $\mu$ l (1/20).

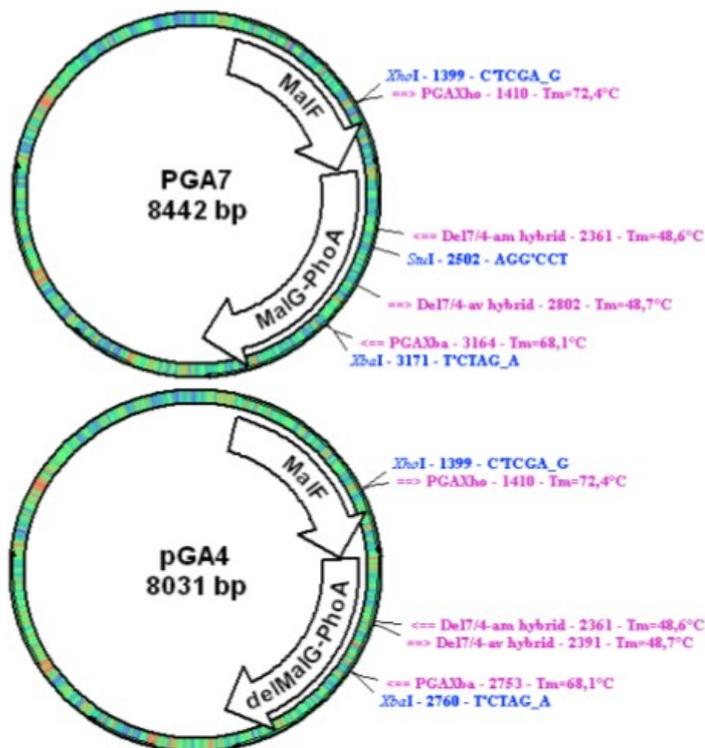


Fig. 2. Représentations graphiques des plasmides pGA7 et pGA4 obtenues avec le logiciel pDRAW32 (<http://www.acaclone.com>).

Les différentes amorces utilisées pour la construction de pGA4 sont

Tab. 1. Séquence des oligonucléotides utilisés dans les différentes PCR

L'oligonucléotide	Séquence 5' → 3'
PGAXho	GTTGAGCGCGCTCGAGGGCGTG
PGAXba	CCCAGCGCGCCTCTAGAGTTTGG
DelI7/4-am	GTGTATAAGAGTCCGGGTGAGTATTCAGGCC
DelI7/4-av	GGCCTGAATACTACCCGGACTCTTATACAC
DelPCR	GCTTCCAGGCAAAGCGACG

détaillées dans le tableau 01.

Les produits de PCR sont séparés par électrophorèse en gel d'agarose 0,8 % (poids/volume) : pour 100 ml de gel à préparer, l'agarose est dissoute dans le tampon TAE 1X : Tris 40 mM, Acétate de sodium 5 mM, EDTA 2 mM pH 8., 3 µl de bromure d'éthidium (BET) sont rajouter pour la visualisation de l'ADN sous UV. Une fraction aliquote du produit à analyser est mélangée avec du tampon de charge (concentration finale bleu de bromophénol 0,02 % ; glycérol 3 % ; tampon TAE 1X). PCR : 10 µl ; plasmide PGA7 : 5 µl ; marqueur moléculaire 1 kb ladder (Promega) : 5 µl.

#### 2-4. Transformation d'*E.coli* DH5α par électroporation

Des bactéries compétentes DH5α d'*E.coli* ont été transformé par électroporation avec 3 échantillons :

- Le produit de ligation (pGA7 + PCR3)
- Le produit de ligation ne contenant que pGA7
- Le plasmide pGA7 (20 ng)

Le volume final de bactéries transformées est de 870 µL. Nous avons étalé un certain volume de bactéries (indiqué dans le tableau ci-dessous) sur un milieu gélosé contenant du LB agar avec 100 µg/mL d'ampicilline. Pour la transformation A, nous avons rajouté du BCIP qui va nous permettre de distinguer les colonies ayant une activité phosphatase alcaline. En effet, les colonies n'ayant pas d'activité phosphatase alcaline seront blanches, alors que les colonies ayant intégré le plasmide pGA7, seront bleues, indiquant que la phosphatase alcaline est bien active. Le BCIP est alors hydrolysé par une phosphatase alcaline active ainsi les colonies deviennent bleues. (tableau 2)

Tab. 2. Transformation de la souche *E. coli* DH5α

	A	B	C
Échantillon utilisé pour la transformation	Produit ligation pGA7 + PCR3	Produit ligation pGA7	Plasmide pGA7 (20 ng)
Milieu LB agar	+ ampicilline + BCIP	+ ampicilline	+ ampicilline
50 µL de transformation	15 colonies bleues + environ 100 blanches	Environ 1000 colonies blanches	Colonies blanches incomptables
820 µL de Transformation étalé sur boîte	3 colonies bleues + colonies blanches incomptables	/	/

#### Analyse des transformants par PCR

Afin de vérifier si les transformants sélectionnés contiennent bien la protéine chimérique attendue, des PCR sur colonies avec les amorces delPCR et PGAXba ont été effectuées (György et al 2013): volume réactionnel final = 50µL. Nous attendons un fragment amplifié de 906 pb pour pGA7 et de 495 pb pour pGA4.

Le tube ne contenant que le plasmide pGA7 nous permet de vérifier la digestion du plasmide pGA7. L'obtention des colonies pour cette transformation suggèrera que le plasmide n'a pas été digéré par les 3 enzymes ou que le plasmide a été digéré partiellement et qu'il a pu se refermer sur lui-même (tableau 3).

Tab. 3. mixe pour l'analyse des transformants par PCR

	pGA7 + PCR3	pGA7
PCR3 digéré XhoI/XbaI et purifié	15 µL	/
pGA7 digéré XhoI/StuI/XbaI et purifié	8 µL	8 µL
Tampon ligase 10X	3 µL	3 µL
T4 DNA ligase	1 µL	1 µL
H <sub>2</sub> O mQ	3 µL	18 µL

#### 2-5. Dosage de l'activité de la Phosphatase alcaline :

Pour déterminer l'activité de la PhoA, chaque échantillon de 0,1 ml a été complété par 0,9 ml de Tris-HCl 1 M, pH 8, 50 µl de chloroforme, et 50 µl de SDS 0,1%. Les réactions ont été initié par l'addition de 0,1 ml de solution 0,7% de PNPP incubées pendant 2 h à 28 °C, et arrêtées avec 0,1 ml de 1 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ; suivie par une mesure de l'A420nm.(Boyd et al., 1993)

L'absorbance mesurée à 420nm correspond au nombre de mole de PNP libéré. L'activité de la phosphatase alcaline est la quantité de mole de produit formé par unité de temps\*quantité de protéines.

$$\text{Activité} = A_{420 \text{ nm}} / (\text{temps} * A_{600 \text{ nm}})$$

### 3. Résultats & discussion

#### 3-1. Prédiction *in silico* de la topologie de MalG

le profil dans La [figure 3](#) représente l'hydrophatie moyenne le long de la séquence d'acides aminés de la protéine MalG déterminé d'après l'échelle de Kyte et Doolittle ([Gasteiger et al., 2005](#)) avec une fenêtre glissante de 19 résidus :

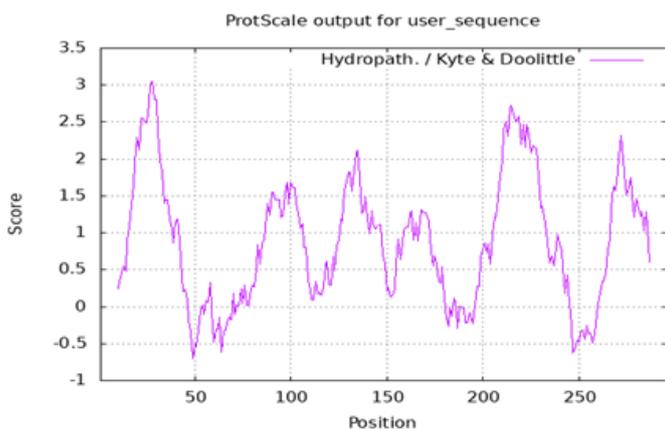


Fig. 3. Profil d'hydrophobicité de la protéine MalG obtenus à l'aide de l'outil ProtScale (<http://expasy.org/tools/protscale.html>)

Nous pouvons ainsi dégager six zones hydrophobes de plus de 20 acides aminés pouvant correspondre probablement à six hélices transmembranaires. Dans la [figure 4](#) une représentation des deux topologies que nous pouvons prédire à partir de ce profil ; les numéros des acides aminés de part et d'autre de la membrane sont approximatifs car l'échelle disponible sur le profil ne permet pas de les déterminer précisément le positionnement de la partie N-terminale .

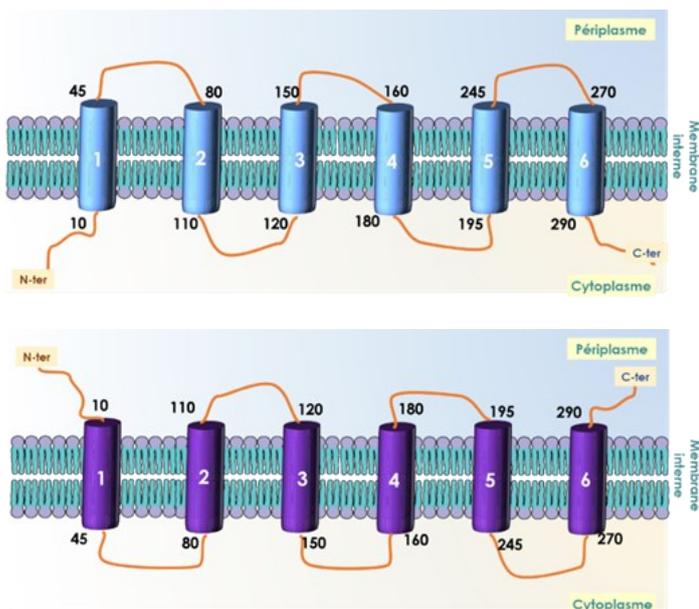


Fig. 4. Modèle 1 (haut) et 2 (bas) de topologie prédit à partir du profil d'hydrophobicité

En consultant la base de données Uniprotkb, nous pouvons avoir une idée plus précise de la topologie de MalG. En effet d'après les données de cristallographies, la maltoporine a bien six segments transmembranaires comme proposés à partir des profils hydrophobes. Grâce

à ces données, nous avons déterminé précisément le numéro des acides aminés de part et d'autre des hélices transmembranaires. ([Figure 5](#))

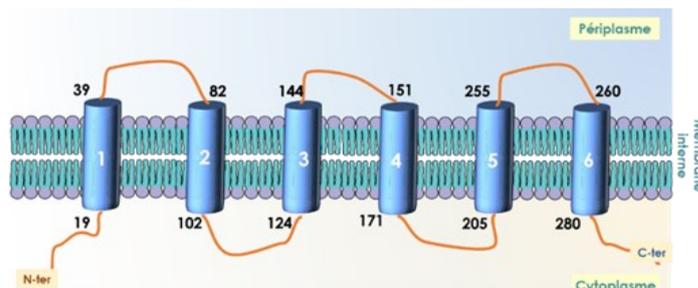


Fig. 5. Modèle 3 de topologie prédit à partir de UniprotKb

#### 3-2. Prédiction *in silico* de la topologie de la maltoporine

Nous savons que la maltoporine aussi appelée LambB, qui est une protéine de la membrane externe des bactéries, forme un pore spécifique aux maltodextrines et est aussi le récepteur au phage  $\lambda$  ([Bertozi Silva, Storms, & Sauvageau, 2016](#); [Chatterjee & Rothenberg, 2012](#)).

D'après le profil de la [figure 6](#) nous pouvons alors noter une zone hydrophobe unique allant approximativement de l'acide aminé n°1 à l'acide aminé n°30. Cette zone pourrait être une hélice  $\alpha$  correspondant au peptide signal de la protéine ; En dehors de cette région, il n'y a pas d'autres zones hydrophobes de plus de 20 acides aminés détectables sur le profil. Ce qui nous permet de conclure que la maltoporine ne contient pas d'hélices  $\alpha$ .

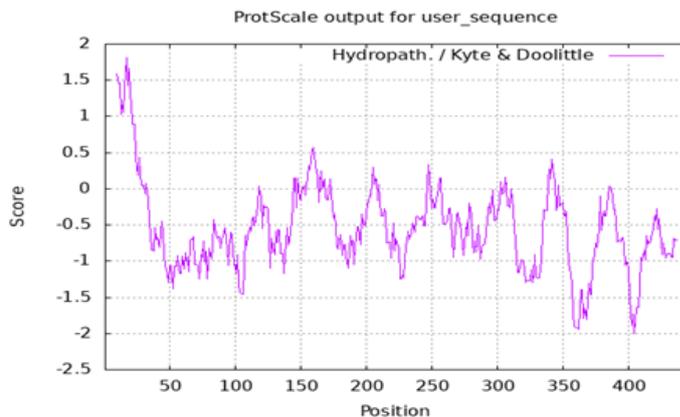


Fig. 6. Le profil d'hydrophobicité de la protéine maltoporine déterminé d'après l'échelle de Kyte et Doolittle avec une fenêtre de 19 résidus

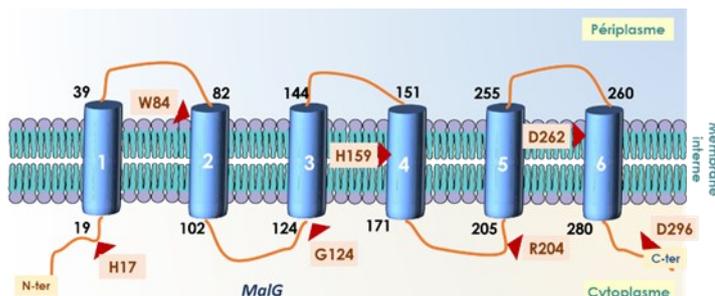
Cette protéine membranaire est donc formée uniquement de feuillets  $\beta$ , résultat en concordance avec la littérature ([Andrews & Fields, 2020](#); [Baldwin, Bhatia, & Luckey, 2011](#); [Charbit, 2003](#); [Thoma et al., 2017](#)).

#### 3-3. Localisation des différents points de fusion :

Le [tableau 4](#) ci-dessous indique le point de fusion entre une partie de MalG et PhoA entière utilisé dans cette étude. Le dernier résidu de MalG présent dans la fusion est ainsi indiqué. Un modèle représentatif d'une fusion est montré dans la [figure 7](#).

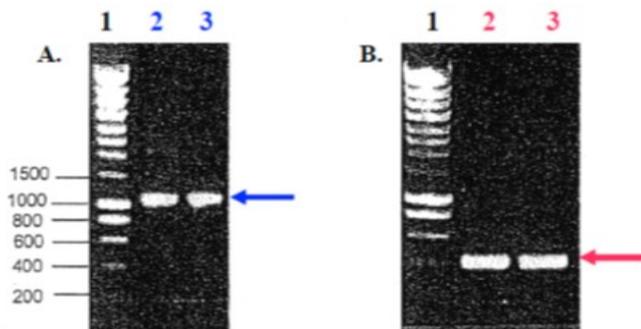
**Tab. 4. correspondance plasmide et point de fusion entre une partie de MalG et PhoA**

Plasmide	pGA1	pGA2	pGA3	pGA4	pGA5	pGA6	pGA7
Dernier résidu de MalG	H17	W84	G124	H159	R204	D262	G296
Poids moléculaire (kDa)	50,47	57,93	62,09	66,09	70,92	77,27	80,71

**Fig. 7.** Modèle 3 de topologie indiquant en rouge les derniers acides aminés de MalG des différentes protéines chimériques.

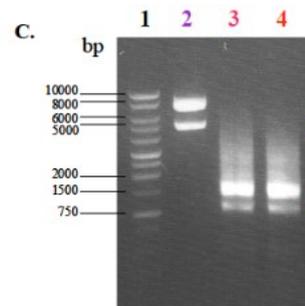
### 3-4. Construction du plasmide pGA4

Nous avons effectué trois réactions de PCR pour la PCR en 3 temps. Les deux premières réactions de PCR appelées "PCR amont" et "PCR aval" ont été effectuées en parallèle (résultat indiqué dans la figure 08).

**Fig. 8.** gel d'agarose 0,8% (TAE), (A) dans les puits 2 et 3 les produits amplifiés lors de la "PCR amont" (10  $\mu$ L sur 50  $\mu$ L de mélange réactionnel total). (B) dans les puits 2 et 3 les produits amplifiés lors de la "PCR aval" (10  $\mu$ L sur 50  $\mu$ L de mélange réactionnel total).

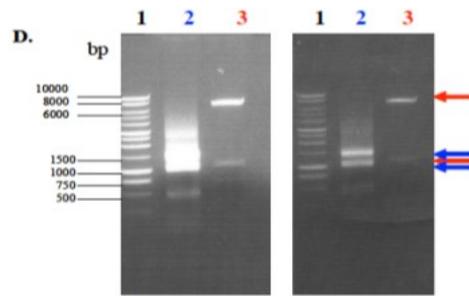
- PCR amont : La matrice utilisée est le plasmide pGA7 et les amorces sont PGA7Xho et del7/4-Am. Nous attendons un fragment amplifié de 1002 pb (flèche bleue). Nous observons sur la figure A une bande correspondant à la taille attendue avec une forte intensité.
- PCR aval : La matrice utilisée est le plasmide pGA7 et les amorces sont PGA7Xba et del7/4-Av. Nous attendons des fragments amplifiés de 415 pb (flèche rouge). Nous observons sur la figure B une bande correspondant à la taille attendue avec une forte intensité.
- 3<sup>ème</sup> PCR Nous avons effectué cette 3<sup>ème</sup> PCR en utilisant comme matrice un mélange contenant l'ADN amplifié lors de la PCR amont et celui amplifié lors de PCR aval en quantité égale. Les amorces utilisées sont PGA7Xho et PGA7Xba. Nous attendons un

fragment amplifié de 1376 pb. Les résultats de la 3<sup>ème</sup> PCR sont représentés sur la figure 8C.

**Fig. 8C.** puit 1 : plasmide pGA7 ; puits 2 et 3 : les produits amplifiés lors de la 3<sup>ème</sup> PCR (10  $\mu$ L sur 50  $\mu$ L de mélange réactionnel total).

Dans le puit 1, nous avons 2 bandes d'une taille d'environ 5500 pb et d'environ 7000 pb. Ces bandes correspondent à deux formes différentes de l'ADN plasmidique de pGA7 qu'on peut qualifier de superenroulée et de relâchée. Dans les puits 3 et 4, nous observons une bande de forte intensité, majoritaire à la taille attendue de 1376 pb. Nous pouvons aussi observer en plus deux bandes de plus faible intensité migrant à des tailles de 1002 et 415 pb pouvant correspondre aux ADN matrices utilisés (PCR amont et aval).

Digestion enzymatique de l'insert (produit de la 3<sup>ème</sup> PCR) et du vecteur Le produit amplifié lors de la 3<sup>ème</sup> PCR (= PCR3) a été digéré par XhoI et XbaI. Le plasmide pGA7 a été digéré par XhoI / XbaI et StuI.

**Fig. 8D.** puit 2 : échantillon de la double digestion de PCR3 ; puit 3 : échantillon de la triple digestion de pGA7.

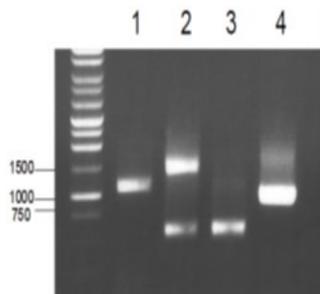
Pour la double digestion de PCR3 par XhoI et XbaI, nous attendons 1 bande de 1357 pb (figure 8D). Nous observons 3 bandes : une correspondant au fragment de digestion et les autres aux fragments (1002 et 415 pb) pouvant appartenir aux ADN matrices utilisés (PCR amont et aval) et déjà visualisé sur la figure C.

Concernant la triple digestion de PCR3 par XhoI / XbaI et StuI, nous attendons 3 bandes à 6670 pb / 1103 pb et 669 pb. Nous observons sur le gel la bande à 6670 pb et une autre à 1103 pb. La quantité déposée sur gel ne nous permet pas de visualiser la bande à 669 pb.

### Analyse des transformants par PCR

Les PCR concernant les transformations sont indiquées dans la figure 9 ; dans le puit 4 (témoin), nous observons une bande correspondant à 906 pb qui concerne le fragment amplifié à partir de pGA7. Dans le puit 1, la bande semble migrer à une taille supérieure à 1000 pb. Cette colonie blanche ampr ne semble pas contenir pGA7. Dans le puit 3, nous avons bien un fragment de 495 pb correspondant au

fragment amplifié à partir de pGA4. Les bactéries de cette colonie ont bien intégré pGA4.



**Fig. 9.** gel d'agarose 0,8% (TAE),  
 puit 1 : un échantillon (10  $\mu$ L/50) de la PCR sur une colonie blanche,  
 puit 2 : un échantillon (10  $\mu$ L/50) de la PCR sur une colonie bleue.  
 puit 3 : un échantillon (10  $\mu$ L/50) de la PCR sur une colonie bleue.  
 puit 4 : témoin = un échantillon (10  $\mu$ L/50) de la PCR sur pGA7

Dans le puit 2, nous obtenons la même bande que dans le puit 3 mais avec une bande supplémentaire migrant à environ 1500 pb. Pour la suite des expériences, nous avons sélectionné la colonie bleue utilisée dans le puit 3.

#### Analyse qualitative et quantitative de l'activité de la phosphatase alcaline dans les différentes protéines chimériques

Nous avons donc à disposition 7 souches bactériennes contenant les différents plasmides (pGA1 à pGA7); Et donc pouvons déterminer qualitativement si les protéines chimériques (pGA1 à pGA7) exprimées dans la souche DH5a d'E.coli sont actives ou non. Les colonies correspondant à chaque construction chimérique ont été étalées sur boîte de Pétri contenant de l'ampicilline et du BCIP. Les résultats sont indiqués dans le tableau 04 ci-dessous.

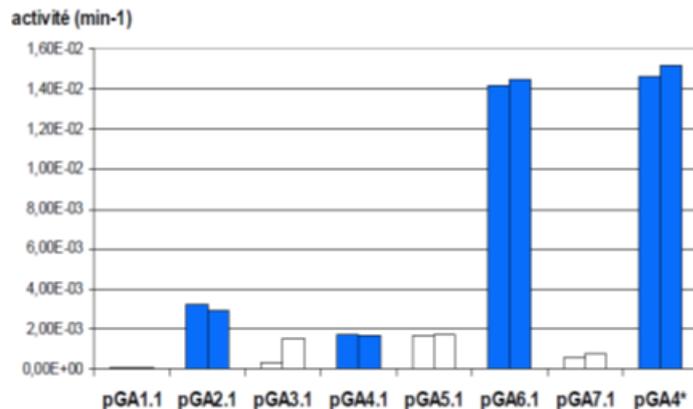
Pour la construction pGA6 la coloration bleue est apparue beaucoup plus vite que les autres et l'intensité finale est plus forte. Ce qui indique que cette construction a une forte activité phosphatase alcaline.

Afin de déterminer quantitativement l'activité de la phosphatase alcaline dans chaque construction, nous avons effectué un dosage de l'activité phosphatase alcaline avec ajout de paranitrophénol phosphate (PNPP). Nous avons mesuré l'absorbance à 420 nm et noté l'absorbance dans le tableau ci-dessous. La mesure faite à 600 nm correspond à la turbidité de la suspension bactérienne, c'est une mesure indirecte de la quantité de protéines bactériennes.

**Tab. 5.** Résultats de l'activité PhoA par le test BCIP

	A600 nm	A420 nm	Activité ( $\text{min}^{-1}$ )	Couleur colonies (BCIP)
<i>pTRC 1.1</i>	0,86	0	0	-
<i>pGA1.1</i>	0,75	0,002	5,93E-05	blanc
<i>pGA2.1</i>	1,07	0,154	3,20E-03	bleu
<i>pGA3.1</i>	0,8	0,011	3,06E-04	blanc
<i>pGA4.1</i>	0,92	0,074	1,79E-03	bleu
<i>pGA5.1</i>	1,54	0,117	1,69E-03	blanc
<i>pGA6.1</i>	0,79	0,504	1,42E-02	bleu
<i>pGA7.1</i>	0,88	0,025	6,31E-04	blanc
<i>pGA4*</i>	1,04	0,682	1,46E-02	bleu

La protéine PhoA a la particularité de posséder 4 ponts disulfure intramoléculeaires dont la formation est dépendante de la présence de Dsb (disulfide bond proteins) dans le périplasma où les conditions sont oxydatives. Ces ponts disulfures sont essentiels à l'activité de l'enzyme (Denoncin & Collet, 2013; Schlegel, Hjelm, Baumgarten, Vikström, & de Gier, 2014). Quand PhoA est localisé au niveau du cytoplasme, elle ne sera pas active vu que les ponts disulfures ne seront pas formés alors que lorsqu'elle est dans le périplasma, elle est bien active (Katzen & Beckwith, 2002).



**Fig. 10.** Activité de la phosphatase alcaline dans les différentes protéines chimériques

Dans le graphe (figure 10) ci-dessous, nous avons reporté l'activité en fonction de chaque construction (fait en double) et nous avons représenté en bleu les barres correspondant aux colonies bleues avec le test BCIP et en blanc, celles correspondant aux colonies blanches.

Pour pGA4\* et pGA6.1, nous avons une activité de la phosphatase alcaline supérieure à  $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ . Les deux constructions apparaissent bien bleues dans le test BCIP, nous pouvons alors dire que la phosphatase alcaline se trouve dans le périplasma dans ce cas de figure. En ce qui concerne pGA4.1, nous remarquons une très faible activité (inférieure à  $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ ) bien que les colonies soient bleues. Cependant pour la construction pGA4\* la phosphatase alcaline est quasi 10 fois plus active (supérieure  $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ).

Par contre pGA2.1 et pGA4.1, les colonies sont bien bleues avec le BCIP, mais l'activité obtenue avec le test PNPP est très faible ; Les valeurs d'activité sont proches de celles de pGA3.1 et de pGA5.1 qui n'ont pas d'activité phosphatase alcaline (colonies sont blanches). Pour ces deux constructions, nous avons une activité de l'ordre du bruit de fond (tableau 6).

**Tab. 6.** Résultats tests BCIP/PNPP

Construction	BCIP	PNPP	Localisation de PhoA
<i>pGA1.1</i>	-	-	cytoplasme
<i>pGA2.1</i>	+	?	périplasma
<i>pGA3.1</i>	-	?	cytoplasme
<i>pGA4*</i>	+	++	périplasma
<i>pGA5.1</i>	-	-	cytoplasme
<i>pGA6.1</i>	+	++	périplasma
<i>pGA7.1</i>	-	-	cytoplasme

Les fusions (pGA2.1, pGA4\* et pGA6.1) ont leurs parties PhoA situées dans le périplasma, cependant n'ont pas la même activité. Nous avons remarqué qu'il y avait un problème de seuil de sensibilité

du test d'activité avec le PNPP (tableau 6) pour pouvoir conclure concernant toutes les constructions des protéines chimériques. Le test d'activité chromogène BCIP est plus sensible et nous permet donc de conclure quant à la localisation de PhoA dans toutes les constructions de protéines chimériques. Nous retrouvons ainsi le modèle 3 prédit au préalable (figure 11).

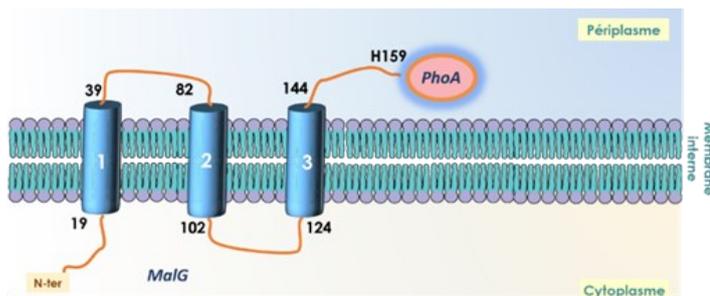


Fig. 11. Représentation schématique de l'une des protéines chimères ( $\Delta$ MalG-PhoA) exprimée par le plasmide pGA4

#### 4. Conclusion

Nous avons pu déterminer l'organisation topologique de la protéine MalG dans la membrane en étudiant d'une part l'activité de protéines chimères comportant une partie de MalG (ou MalG entière) fusionnée à la phosphatase alcaline (PhoA) et d'autre part en alliant les prédictions in silico. Cependant nos résultats montrent que l'expression des protéines chimères peut être très variables et il est important d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats expérimentaux.

Néanmoins nous pouvons D'ores et déjà conclure que globalement, MalG possède 6 segments transmembranaires dénombrant 296 résidus d'acides aminés, et des régions C-terminale et N-terminal hydrophiles localisées au niveau cytoplasmique.

#### Références

- Andrews, B., & Fields, S. (2020). Distinct patterns of mutational sensitivity for  $\lambda$  resistance and maltodextrin transport in *Escherichia coli* LamB. *Microbial genomics*, 6(4).
- Baldwin, V., Bhatia, M., & Luckey, M. (2011). Folding studies of purified LamB protein, the maltoporin from the *Escherichia coli* outer membrane: trimer dissociation can be separated from unfolding. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1808(9), 2206-2213.
- Bertozi Silva, J., Storms, Z., & Sauvageau, D. (2016). Host receptors for bacteriophage adsorption. *FEMS microbiology letters*, 363(4), fnw002.
- Boos, W., & Shuman, H. (1998). Maltose/maltodextrin system of *Escherichia coli*: transport, metabolism, and regulation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62(1), 204-229.
- Bordignon, E., Grote, M., & Schneider, E. (2010). The maltose ATP-binding cassette transporter in the 21st century—towards a structural dynamic perspective on its mode of action. *Molecular microbiology*, 77(6), 1354-1366.
- Boyd, D., Traxler, B., & Beckwith, J. (1993). Analysis of the topology of a membrane protein by using a minimum number of alkaline phosphatase fusions. *Journal of bacteriology*, 175(2), 553-556. <https://doi.org/10.1128/jb.175.2.553-556.1993>
- Charbit, A. (2003). Maltodextrin transport through lamB. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 8(6), 265-274.
- Chatterjee, S., & Rothenberg, E. (2012). Interaction of bacteriophage  $\lambda$  with its *E. coli* receptor, LamB. *Viruses*, 4(11), 3162-3178.
- Chen, J. (2013). Molecular mechanism of the *Escherichia coli* maltose transporter. *Current opinion in structural biology*, 23(4), 492-498.
- Dassa E. (1990). Cellular localization of the MalG protein from the maltose transport system in *Escherichia coli* K12. *Mol Gen Genet. Jun*;222(1):33-6. doi: 10.1007/BF00283019. PMID: 2233678.
- Denoncin, K., & Collet, J.-F. (2013). Disulfide bond formation in the bacterial periplasm: major achievements and challenges ahead. *Antioxidants & redox signaling*, 19(1), 63-71.
- Eitinger, T., Rodionov, D. A., Grote, M., & Schneider, E. (2011). Canonical and ECF-type ATP-binding cassette importers in prokaryotes: diversity in modular organization and cellular functions. *FEMS microbiology reviews*, 35(1), 3-67.
- Gasteiger, E., Hoogland, C., Gattiker, A., Wilkins, M. R., Appel, R. D., & Bairoch, A. (2005). Protein identification and analysis tools on the ExpASY server. *The proteomics protocols handbook*, 571-607.
- Goffeau, A., De Hertogh, B., & Baret, P. (2004). ABC transporters.
- György, H., József, K., Mihály, K., András, M. C., László, N., Gábor, P., & István, V. (2013). Introduction to Practical Biochemistry.
- Hiller, R.M., von Kügelgen, J., Bao, H, Duong Van Hoa F & Cytrynbaum E N. (2020).A Mathematical Model for the Kinetics of the Mal-FGK22 Maltose Transporter. *Bull Math Biol* 82, 62. <https://doi.org/10.1007/s11538-020-00737-8>
- Holland, I. B. (2011). ABC transporters, mechanisms and biology: an overview. *Essays Biochem*, 50(1), 1-17. doi:10.1042/bse0500001
- Jacobo-Albavera, L., Domínguez-Pérez, M., Medina-Leyte, D. J., González-Garrido, A., & Villarreal-Molina, T. (2021). The role of the ATP-binding cassette A1 (ABCA1) in human disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1593.
- Katzen, F., & Beckwith, J. (2002). [7] Disulfide bond formation in periplasm of *Escherichia coli*. In *Methods in enzymology* (Vol. 348, pp. 54-66): Elsevier.
- Locher, K. P. (2016). Mechanistic diversity in ATP-binding cassette (ABC) transporters. *Nature structural & molecular biology*, 23(6), 487-493.
- Oldham, M. L., Chen, S., & Chen, J. (2013). Structural basis for substrate specificity in the *Escherichia coli* maltose transport system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18132-18137. <https://doi.org/10.1073/pnas.13114071>
- Oldham, M. L., & Chen, J. (2011). Snapshots of the maltose transporter during ATP hydrolysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(37), 15152-15156.
- Orelle, C., Oldham, M. L., & Davidson, A. L. (2014). The maltose ABC transporter: where structure meets function. In *Membrane transport mechanism* (pp. 181-205): Springer.
- Rees, D. C., Johnson, E., & Lewinson, O. (2009). ABC transporters: the power to change. *Nature reviews Molecular cell biology*, 10(3), 218-227.
- Rice, A. J., Park, A., & Pinkett, H. W. (2014). Diversity in ABC transporters: type I, II and III importers. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, 49(5), 426-437.
- Schlegel, S., Hjelm, A., Baumgarten, T., Vikström, D., & de Gier, J.-W. (2014). Bacterial-based membrane protein production. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*, 1843(8), 1739-1749.
- ter Beek, J., Guskov, A., & Slotboom, D. J. (2014). Structural diversity of ABC transporters. *Journal of General Physiology*, 143(4), 419-435.

- Thoma, J., Ritzmann, N., Wolf, D., Mulvihill, E., Hiller, S., & Müller, D. J. (2017). Maltoporin LamB unfolds  $\beta$  hairpins along mechanical stress-dependent unfolding pathways. *Structure*, 25(7), 1139-1144. e1132.
- Wang, J. Q., Wu, Z. X., Yang, Y., Teng, Q. X., Li, Y. D., Lei, Z. N., . . . Chen, Z. S. (2021). ATP-binding cassette (ABC) transporters in cancer: A review of recent updates. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 14(3), 232-256.
- Wu, Z.-X., Yang, Y., Wang, J.-Q., Zhou, W.-M., Chen, J., Fu, Y.-G., . . . Zhang, J.-Y. (2021). Elevated ABCB1 expression confers acquired resistance to aurora kinase inhibitor GSK-1070916 in cancer cells. *Frontiers in pharmacology*, 11, 615824.

## Effets de salinité des sols sur les qualités nutritionnelles et biochimiques de l'artichaut « *Cynara Cardunculus L.* ».

FODIL Mustapha Kamal, BENABDELMOUMENE Djilali\*, GHELAMALLAH Amine, DAHMOUNI Said, BENGHERBI Zineb, BENGUENNOUNA Noureddine.

Laboratoire de physiologie animale appliquée.

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

Artichaut,  
degré de salinité,  
Violet d'Alger,  
qualité nutritionnelle,  
zone de plantation.

### R É S U M É

Notre objectif est d'étudier les qualités nutritionnelles et biochimiques ainsi que l'influence des variétés et types de sols sur l'artichaut « *Cynara Cardunculus L.* ». L'expérience a été réalisée sous des conditions environnementales non contrôlées en plein champ.

Une première approche, visant l'effet de degré de salinité des sols sur la qualité nutritionnelle et biochimique de la partie comestible de l'artichaut (fond) révèle que les teneurs en matières organiques sont fortement touchées par le degré de salinité (17,14% salé contre 34,27% non salé) pour le fond, les mêmes résultats montrent que la teneur en inuline des fonds d'artichaut sont touchés par l'augmentation du degré de salinité des sols (31,13% non salé contre 19,82% salé). Toutefois, il est à noter que la salinité du sol n'influe pas sur les teneurs en matière sèche.

La variété blanc d'Oran présente des qualités nutritionnelles et gustatives très intéressantes par rapport aux autres variétés violettes d'Alger, quels que soient la zone de plantation et le degré de salinité.

### 1.Introduction

En région méditerranéenne, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité. (Arbaoui *et al.*, 2000).

Le développement de l'agriculture entraîne, inmanquablement, l'exportation de quantités importantes des différents éléments nutritifs du sol dont la restitution devient impérative surtout dans les sols des régions arides et semi-arides d'Afrique du Nord. (Rahmoune *et al.*, 2001)

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du

globe. Selon la FAO et les estimations les plus récentes, elle affecte déjà au moins 400 millions de ha et en menace gravement une surface équivalente.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'ouest d'Algérie : Cheliff, Mina, Habra, Sig, Maghnia. Dans les hautes plaines de l'Est : Oum El Bouagui, Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj. Aux abords des Chotts et de Sebkhass : Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc. et dans le grand Sud: dans les Oasis, le long des oueds, etc. selon INSID (2008).

L'artichaut (*Cynara cardunculus L. var. Scolymus L.*) est une plante herbacée vivace, originaire de la région méditerranéenne, qui est aujourd'hui largement cultivée dans le monde entier. L'artichaut apporte une contribution importante à l'économie agricole méditerranéenne. Sa culture est principalement concentrée dans cette région,

\*Corresponding author.

E-mail address: [benabdelmoumenedjilali@hotmail.com](mailto:benabdelmoumenedjilali@hotmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 20 February 2023;

Accepted 01 March 2023

où environ 78 % de la production mondiale est cultivée (environ 93.000 ha). L'Italie est le plus grand producteur mondial avec plus de 33 % de la production totale (FAOSTAT, 2019). Du point de vue économique, l'Algérie contribue à hauteur de 6.21 % à la production mondiale de l'artichaut avec une superficie de l'ordre de 5.784 ha.

L'objectif de notre travail est l'étude des effets de la salinité des sols sur les qualités physicochimiques et nutritionnelles de deux variétés de l'artichaut.

## 2. Matériel et méthodes:

### 2-1. Matériels biologiques

Le matériel végétal utilisé dans notre étude a été obtenu auprès de différentes zones de plantations Zone 1 « Ouarizane », Zone 2 « Oued-Rhiou » wilaya de Relizane ; il est composé de deux cultivars les plus cultivés en Algérie :

1. **Le 'Blanc Oran'** : un cultivar précoce (récolte d'octobre à février) à capitules blancs .
2. **Le 'Violet d'Alger'** : un cultivar demi-précoce (récolte de novembre à avril) à capitules violet dégradé ouvert .

### 2-2. Zones d'études

**Zone 1** : La zone 1 est une parcelle exploitable dans la commune de Ouarizane à environ 6 km à vol d'oiseau du chef-lieu de commune de Oued-Rhiou de la wilaya de Relizane, elle est située sur la partie sud du canal d'irrigation du périmètre du Bas Chellif, à l'ouest la route nationale n°90, à l'est et au sud par des exploitations agricoles collectives (EAC). La zone 1 est un sol dont le degré de salinité est de 0,33 ms/cm.



**Fig. 1.** Photo prise de la zone 1 d'étude a une altitude 1,06 km, élévation 55 m, 36°00'21.03"N et 0°52'49.64"E (date des images satellite : 11/09/2019, Google earth).

**Zone 2** : La zone 2 est située à 10 km environ à l'Est de la ville d'Oued Rhiou, elle est limitée par Oued du Chellif au nord et par des EAC à l'Est et au Sud. Deux variétés sont cultivées dans cette parcelle (le blanc d'Oran, le violet d'Alger). Le sol est très lourd, avec un drainage très mauvais et une capacité de rétention de l'eau et des engrais très élevée. Il peut y avoir des problèmes de salinité si la culture est sensible. La zone 2 est un sol sale 0,95 ms/cm.



**Fig. 2.** Photo 02 : Photo prise de la zone 2 d'étude a une altitude 1,05 km, élévation 60 m, 36°01'46.79"N et 0°57'54.53"E (date des images satellite : 11/09/2019, Google earth).

### 2-3. Échantillonnage :

122 capitules ont été choisis aléatoirement lavés et nettoyés à la main, les fonds d'artichauts ont été récupérés, couverts de film alimentaire et conservés à une température de -18°C jusqu'à leurs analyses. Certains échantillons ont été lyophilisés afin de les transporter et analyser dans un laboratoire à l'étranger .

### 2-4. Techniques analytiques

**2-4-1. Détermination de la matière sèche (AOAC, 1999)**: Des prises de poids de 5 g sont séchées au four à 105 °C ± 5 °C pendant 24 heures jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Refroidir l'échantillon et le peser à nouveau pour déterminer la teneur en matière sèche totale en pourcentage du poids de l'échantillon frais

**2-4-2. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR, 1985)**: Les échantillons déshydratés sont portés à 500 °C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres blanches.

**2-4-3. Dosage des lipides totaux (AOAC, 1990)**: À partir de chacun des prélèvements, les lipides totaux ont été extraits par la méthode de Soxhlet en vue de déterminer la proportion de la matière grasse contenue dans les différents types de zones et de variétés d'artichaut

**2-4-4. Détermination de l'inuline** : Plusieurs méthodes d'extraction de l'inuline d'artichaut ont été mises au point (Kays et Nottingham, 2008). La sélection d'une méthode d'extraction optimale dépend du produit final souhaité, de l'équipement, du volume et d'autres facteurs. Compte tenu des ressources disponibles, l'inuline a été extraite en utilisant une méthode modifiée de [Laurenzo et al. \(1997\)](#), en utilisant de l'eau chaude désionisée. Les fonds d'artichaut ont d'abord été lavés et les fonds nettoyés ont été broyés en petits morceaux et passés à la pression atmosphérique pendant environ 10 minutes pour inactiver les enzymes de dégradation de l'inuline. Les fonds rincés ont été broyés à l'aide d'un moulin Knifetec 1095 (Foss, Amérique du Nord). Les fonds broyés (20 g) ont été transférés dans de l'eau bouillante (60 ml d'eau) pour l'extraction de l'inuline, où ils ont été maintenus pendant une période de 10-15 minutes.

Ensuite, la masse entière a été filtrée à travers un tissu de mousseline. L'extrait filtré chaud a été recueilli et conservé au réfrigérateur. Les échantillons ont été filtrés à travers un filtre à membrane de 0,2

$\mu\text{m}$  avant d'être analysés par chromatographie liquide à haute performance (HPLC) avec détection par diffusion de lumière.

Le système HPLC était constitué de la chromatographie liquide Agilent série 1200 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), un système à pompage binaire équipé d'une détection par diffusion de lumière. La colonne analytique était une colonne Rezex RCM-monosaccharide  $\text{Ca}^{+2}$  ( $300 \times 7,8$  mm) maintenue à une température constante de  $50^\circ\text{C}$ . Le volume d'injection était de 20 ml. La phase mobile d'eau désionisée a été utilisée dans le programme de gradient isocratique à un débit de  $0,6$  ml  $\text{min}^{-1}$ . L'acquisition des chromatogrammes a duré 17 min.

### 2-5. Analyses statistiques

Les données recueillies dans ce travail entièrement randomisé ont été soumises à une analyse de la variance (SAS Institute, 2008) et les moyennes de traitement ont été séparées à l'aide du test de plage multiple de Duncan. Des contrastes à un seul degré de liberté ont été utilisés pour tester les effets globaux de la supplémentation. Le niveau auquel les différences étaient considérées comme significatives était  $p < 0,05$ .

## 3. Résultats et discussions

### 3-1. Matières sèches

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau 01

Tab. 1. Teneurs en matières sèches du fond d'artichaut

	Zone 1		Zone 2	
	Blanc Oran	Violet Alger	Blanc Oran	Violet Alger
Matière sèche (%)	$35,42 \pm 2,9^a$	$22,45 \pm 0,51^c$	$27,94 \pm 1,21^b$	$20,12 \pm 3,13^d$

( $n = 12 \pm$  l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les variétés.

Les résultats obtenus ont montré que les teneurs en matières sèches sont différentes significativement ( $p < 0,05$ ) des fonds d'artichaut plantés dans la zone 1 par rapport à la zone 2 (35,42% contre 27,94%) respectivement. La variété blanc Oran présente une teneur de 35,42% dans la zone 1 par rapport à la zone 2 (27,94%), le rapport de différence est estimé à 21%.

L'influence de la salinité est très remarquée dans les fonds de l'artichaut, dans les zones les plus salées, aucune différence significative n'a été détectée entre les différentes variétés de l'artichaut. Romero Aranda et al., (2001) : in Parida et Das, 2005) expliquent que les potentiels hydriques et osmotiques des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence. Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte *S. salsa* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau (Lynd et al., 2002 in Parida et Das, 2005).

### 3-2. Teneur en matière minérale

Les teneurs en matière minérale sont enregistrés dans le tableau 02.

Tab. 2. Teneurs en matière minérale du fond d'artichaut .

	Zone 1		Zone 2	
	Blanc Oran	Violet Alger	Blanc Oran	Violet Alger
Matière minérale (%)	$1,08 \pm 0,3^b$	$1,21 \pm 0,16^a$	$0,85 \pm 0,04^c$	$1,27 \pm 0,01^a$

( $n = 12 \pm$  l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les variétés.

Les résultats enregistrés dans le tableau 02 montrent qu'il y a une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les zones d'études et les variétés. La variété violet d'Alger présente des teneurs en matières minérales plus importantes par rapport à l'autre variété.

D'après nos résultats, la salinité a eu un effet significatif sur les minéraux, les fonds d'artichaut de la zone 1 (zone dont le degré de salinité est le moins important) présentent des pourcentages en matière minérale différente par rapport à la zone 2.

### 3-3. Teneurs en lipides

Les teneurs en matière grasse sont enregistrés dans le tableau 03

Tab. 3. Teneurs en lipides du fond d'artichaut

	Zone 1		Zone 2	
	Blanc Oran	Violet Alger	Blanc Oran	Violet Alger
Teneurs en lipides (g)	$2,55 \pm 0,22^a$	$2,45 \pm 0,16^a$	$1,14 \pm 0,04^b$	$0,27 \pm 0,01^c$

( $n = 12 \pm$  l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les variétés.

D'après les résultats, il ressort que la teneur en lipides est fortement influencée par le degré de salinité des sols, par contre la comparaison des teneurs en lipides entre les variétés de la zone 1 ne révèle aucune différence significative ( $p < 0,05$ ).

Le taux de lipides est inversement proportionnel au degré de salinité, le rapport de différence entre les zones 1 et 2 est de 72%.

### 3-4. Teneur en protéines

Les teneurs en protéines sont enregistrés dans le tableau 04

( $n = 12 \pm$  l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les variétés.

Tab. 4. Teneurs en protéines de l'artichaut .

	Zone 1		Zone 2	
	Blanc Oran	Violet Alger	Blanc Oran	Violet Alger
Teneurs en Protéine (g)	$7,13 \pm 1,56^a$	$6,58 \pm 1,03^b$	$6,35 \pm 0,76^b$	$5,51 \pm 0,11^c$

Il est important de dire que les teneurs en protéines n'ont pas été influencées par les différents degrés de salinité des sols. La variété violet d'Alger de la zone 1 présente les teneurs les plus faibles en protéines par rapport à la variété blanc d'Oran.

### 3-5. Teneur en glucides

Les teneurs en glucides sont enregistrées dans le tableau 05

Tab. 5. Teneurs en sucres de l'artichaut .

	Zone 1		Zone 2	
	Blanc Oran	Violet Alger	Blanc Oran	Violet Alger
Glucose	4,21 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,17 ± 0,08 <sup>a</sup>	3,11 ± 0,23 <sup>b</sup>	3,08 ± 0,15 <sup>b</sup>
Fructose	1,21 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,13 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,03 ± 0,01 <sup>a</sup>
Inuline	31,31 ± 3,25 <sup>a</sup>	22,78 ± 3,47 <sup>b</sup>	22,28 ± 5,7 <sup>b</sup>	19,82 ± 1,59 <sup>c</sup>

(n = 12 ± l'écart type). Les valeurs en ligne affectée de lettres différentes correspondent à des différences significatives entre les variétés.

On remarque d'après les résultats que les teneurs en glucose sont fortement influencées par la salinité, les fonds d'artichaut récoltés dans les zones 2 présentent des taux de glucides moins importants par rapport à ceux des mêmes variétés récoltées dans la zone 1.

La variété Violet d'Alger présente des teneurs en glucides comparables à celles de la variété Blanc d'Oran (4.36g vs 4.21g) respectivement.

Le rapport de différence des pourcentages en glucides entre les différentes variétés de la zone 1 et la zone 2 est estimé à 34%.

### 4. Conclusion

Le degré de salinité influe sur la qualité nutritionnelle et biochimique du fond d'artichaut en augmentant sa teneur en protéine par contre elle diminue la teneur en lipide et la teneur en glucide surtout de type inuline.

La variété Violet d'Alger est fortement touchée par la salinité, les résultats démontrent des différences significatives des teneurs en matières organiques et minérales entre les plantes des zones non salées et des zones hautement salées.

Les résultats montrent aussi que la variété Blanc d'Oran possède des vertus nutritionnelles très appréciables par rapport à la variété Violet d'Alger ce qui donne un rapport qualité/prix acceptable.

### Références

- Arbaoui M., Benkhalifa M., Belkhouja M. (2000) : Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. *Option méditerranéenne*. Pp.267-270.
- Artichaut. IV congrès international sur l'artichaut (2005). Acta ISHS Horticulturae 681. Valenzano
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1999). Official Methods of Analysis (16th ed.). Washington, DC: AOAC International.
- Afnor (1985) Norme française, microbiologie alimentaire, dénombrement des coliformes totaux à 37°C, Méthode de routine, Standard no. V 08-015.
- Dall'Amico R, Montini G, Pisanello L, Piovesan G, Bottaro S, Cracco AT, et al. Determination of inulin in plasma and urine by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr B Biomed Appl* 1995 ; 672 : 155-9
- FAOSTAT. (2019). Production de Artichauts frais. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC/visualize>

- INSID (Institut National de la Recherche en Irrigation et en Drainage), (2008). Caractérisation de l'état actuel de la salinité dans le périmètre irrigué de la Mina.
- Kays, S.J., Nottingham, S.F., (2008). Biology and chemistry of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), *CRC Press, Boca Raton, FL*, pp. 1-478.
- Lynd LR, Weimer PJ, van Zyl WH., 2002- Pretorius IS. Microbial cellulose utilization, fundamentals and biotechnology. *Microb Mol Biol Rev.*; 66: 506- 577. in Parida et Das, 2005
- Laurenzo, K.S., KS Laurenzo, JL Navia, DS Neiditch . (1997). Preparation of inulin products. *United States Patent, Patent Number: 5, 968, 365*.
- Parida A.K., Das A.B. (2005): Salt tolerance and salinity effect on plants: review, *Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol.60, pp. 324-349*.
- Rahmoune C., Maâlem S., Redjel F., Hioun S. Bennaceur M. (2001): Res.Phytoter., 2001, 15 (1) : 58-61. Physiological and biochemical responses of two precocious varieties of wheat to phosphate rocks and TSP fertilisation in semi-arid land. Proc XIVth. *International Plant Nutrition Colloquium, July 27- August 03-2001, Hannover, Germany*.
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T. & CUARTERO, J., (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationship under saline growth conditions. *Plant Sci. 160,265-272*.
- SAS Institute, 2008 SAS (2008) Statistical Analysis Systems Institute. Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

Contents lists available at [UnivMosta](http://UnivMosta)

## JOURNAL OF NATURAL SCIENCE & SUSTAINABILITY

journal homepage: [www.univmosta.dz/fsnv](http://www.univmosta.dz/fsnv)



# Étude de l'activité parasitaire de la faune auxiliaire des Aphides dans la région de Mostaganem (Nord-Ouest, Algérie).

GHELAMALLAH Amine<sup>1\*</sup>, ARBAOUI Mohamed<sup>1</sup> et BENABDELMOUMENE Djilali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de physiologie animale appliquée, université de Mostaganem

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

*Myzus persicae*,  
lutte biologique,  
parasitoïde,  
dominance,  
parasitisme .

### R É S U M É

*Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera Aphididae) est le puceron qui cause le plus de dégâts sur les cultures sous abris, justifiant ainsi l'utilisation massive d'une multitude de pesticides en cultures maraîchères. Cette situation provoque un risque majeur pour la santé humaine et pour l'environnement. Cette présente étude dans la région maraîchère de Mostaganem propose une approche alternative de lutte biologique basée sur l'utilisation de parasitoïdes afin de réduire les populations de pucerons. Au cours des trois années de l'expérimentation, les résultats obtenus ont montré que les mêmes espèces de parasitoïdes (Hymenoptera Braconidae) ont été observées sur certaines cultures maraîchères alors que, d'autres espèces étaient quasiment absentes. Par contre, certaines comme *Aphidius funebris* Mackauer (1961), *Trioxys angelicae* Haliday (1833) et *Praonex soletum* Nees (1811) ne sont apparues qu'au cours de la deuxième et la troisième année. Une dominance totale a été observée pour *A. matricariae* Haliday (1834) avec un parasitisme très élevé de 61, 54 et 78 % respectivement pour 2012, 2013 et 2014 suivi de *Lysephlebus testaceipes* Cresson (1880).

## 1.Introduction

Les parasitoïdes, insectes parasites dont le développement aboutit à la mort de leur hôte, sont une composante importante des agroécosystèmes, dans lesquels ils jouent un rôle de régulation des ravageurs. Les trois quarts des insectes parasitoïdes sont des Hyménoptères (Eggleton et Belshaw, 1992). Au sein de cet ordre, la sous-famille des Aphidiinae est composée intégralement de parasitoïdes de pucerons. Les pucerons possèdent une capacité à exploiter rapidement les paysages agricoles faisant d'eux des ravageurs importants de nombreuses cultures (Dedryver et al., 2010). Les parasitoïdes constituent un outil naturel majeur permettant de réguler les populations de pucerons dans les cultures. En fournissant des sources de nourriture comme du nectar et des insectes hôtes alternatifs dans des habitats semi-naturels, la lutte biologique par conservation permet de favoriser les parasitoïdes dans les paysages agricoles (Landis et al., 2000).

Les pucerons constituent un problème majeur en culture sous abri. En effet, les cultures maraîchères sont hôtes de nombreuses espèces de pucerons (*Acyrtosiphonm alvaergerisii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Rhodobium porosum*, *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Chaetosiphonfra gaefolii*, *Myzus persicae*, etc.). Afin de contrôler les populations de pucerons, les producteurs ont recours à des insecticides dont l'utilisation est devenue plus contraignante. En effet, le choix des modes d'action est limité puisqu'actuellement seules quatre matières actives sont homologuées en Algérie sur pucerons (lambda-cyhalothrine, thiaclopride, deltaméthrine et pyrimicarbe).

L'utilisation d'insecticides est d'autant plus délicate que toutes les matières actives ne sont pas efficaces sur toutes les espèces de pucerons. De plus, l'utilisation de ces aphicides impose des délais avant récolte de 3 à 7 jours et des délais de réentrée des ouvriers dans les serres de 8 à 48 heures, ce qui est très contraignant pendant la période de récolte qui peut durer plusieurs semaines. Toutes ces con-

\*Corresponding author.

E-mail address: [amine.ghelamallah@univ-mosta.dz](mailto:amine.ghelamallah@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 21 February 2023;

Accepted 01 March 2023

traintes autour de l'utilisation de la lutte chimique conduisent les professionnels du secteur à se tourner vers des solutions de lutte biologique. En culture maraîchères, la lutte biologique est encore à un stade expérimental plus ou moins avancé selon les régions. Des stratégies couplées utilisant des hyménoptères parasitoïdes et des prédateurs (chrysopes, syrphes, cécidomyies, etc.) sont testées depuis plusieurs années au sein de la ferme expérimentale de Mazagran du département d'agronomie avec divers essais expérimentaux.

La famille des *Aphidiidae* est la plus représentée parmi l'activité parasitaire des espèces de parasitoïdes des pucerons (Hemidi *et al.*, 2013). La plupart de ces espèces appartenant à cette famille sont des endoparasitoïdes solitaires et koinobiontes des pucerons (Hemidi *et al.*, 2013). D'après Hemidi *et al.* (2013), ces *Aphidiidae* sont connus dans tous les principaux habitats du monde, spécialement dans les zones tempérées et subtropicales de l'hémisphère Nord (Akhtar *et al.*, 2011, Boivin *et al.*, 2012).

De nombreux auteurs, à travers le monde, confirment que les pucerons sont attaqués en plein champ et en serre par un très grand nombre d'espèces entomophages. Celles-ci arrivent souvent à faire disparaître complètement les colonies de ces pucerons sur les plantes cultivées. Actuellement, dans notre pays, la liste des hyménoptères *Aphidinae* a atteint 31 espèces (Ghelamallah *et al.*, 2018).

En effet, il est très important d'appliquer dans nos stratégies de lutte contre les ravageurs de cultures une lutte intégrée. Cela favorise d'une part l'exploitation et la valorisation de l'action de nombreux ennemis naturels et d'autre part l'utilisation en parallèle des produits chimiques sélectifs sans éliminer pour autant l'action des auxiliaires. Cette approche doit être basée sur la connaissance parfaite de la dynamique des populations du ravageur en question et celle de sa faune parasitoïde.

Les travaux de recherche menés dans la région de Mostaganem traitent le suivi de la dynamique des populations de *Myzus persicae* sur une période de trois années (2012, 2013 et 2014). Cela a permis aussi d'élaborer un inventaire aussi exhaustif que possible de leurs ennemis naturels avec une évaluation de l'impact des différents facteurs abiotiques (température en l'occurrence) sur la régulation biotique des populations de pucerons (parasitoïdes et prédateurs).

## 2. Matériels et Méthodes

L'étude de la faune auxiliaire des pucerons a été réalisée pour établir un inventaire des ennemis de pucerons pendant la période allant de 2011 à 2014. Ce suivi a été effectué à la ferme expérimentale agricole de Mazagran du département d'agronomie (Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem).

Le matériel a été collecté pendant quatre années consécutives du début janvier au début juillet. Afin d'établir un inventaire des espèces de parasitoïdes hyménoptères, chaque semaine, les larves dévastatrices ont été prélevées sur 300 feuilles.

Dans chaque échantillon, toutes les mères trouvées dans les colonies de mouches vertes étudiées sont collectées et conduites au laboratoire. Ensuite, elles ont été séparées et placées dans des tubes étiquetés et suivies jusqu'à l'émergence des parasitoïdes adultes. Une fois l'émergence obtenue, ces adultes sont conservés individuellement dans des micro-tubes contenant 90% d'éthanol pour une identification plus poussée.

### 2-1. Taux de parasitisme

Le taux de parasitisme a été déterminé par la formule suivante :

$$Tp = (\text{Nombre d'individus parasités} / \Sigma \text{ des individus dénombrés}) \times 100$$

### 2-2. Traitements des résultats

Les résultats obtenus ont été traité statistiquement par le logiciel STATBOX PRO et une comparaison des moyennes est performée au test de Newman et Keuls à 5%.

## 3. Résultats & discussion

Les mois d'avril est le mois le plus favorable au développement des parasitoïdes. Cela pourrait s'expliquer par les conditions climatiques favorables à leur développement. Nous avons enregistré une température moyenne de 22°C, qui augmente progressivement pour atteindre une moyenne entre 27 et 30°C durant les mois de mai et juin. La densité des populations des pucerons était élevée durant cette période (Figure.1).

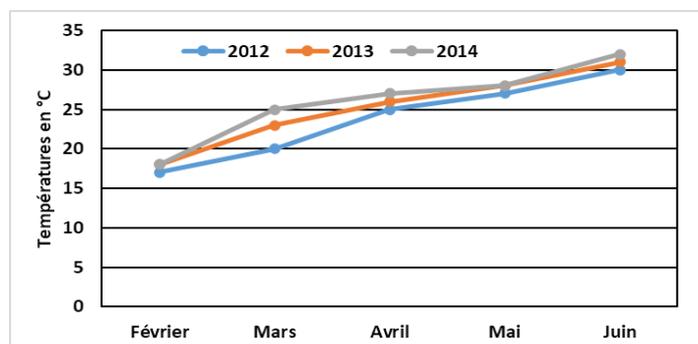


Fig. 1. Températures enregistrées durant les années 2012, 2013 et 2014.

Les proportions mensuelles de chacune des espèces ont montré une présence régulière de l'espèce *A. matricariae* durant les différents mois d'étude et atteint le seuil maximal durant le mois d'avril où la température à l'intérieur de la serre est adéquate à la reproduction de cette espèce.

Nos résultats montrent aussi que le mois d'avril est le mois propice pour le développement de toutes formes d'insectes. Le nombre d'insectes du mois de mai est moins important par rapport à celui d'avril où, excepté l' *A. matricariae*, pratiquement aucun insecte n'a été recensé.

### 3-1. Abondance mensuelle relative des différentes espèces de parasitoïdes inventoriées

3-1-1. Année 2012: Lors des premiers échantillonnages coïncidant avec le mois de février, l'abondance des parasitoïdes enregistrée a été très faible mis à part les deux espèces *A. matricariae* et *Lysephlebus fabarum*. D'autre part, les hyperparasitoïdes ont montré une présence à la fin de l'échantillonnage du mois de mai et début du mois de juin avec un taux de l'ordre de 15%.

D'après l'analyse factorielle des correspondances, l'espèce *A. matricariae* est très présente durant les trois mois de l'année 2012 suivie de *L. fabarum*, *D. rapae* et enfin *L. testaceipes*. L'analyse révèle que le

nombre d'insectes est très important pour le mois d'avril par rapport au mois de mars et mai respectivement.

En 2012, nous constatons qu'avril est le mois le plus favorable au développement des parasitoïdes. Cela pourrait s'expliquer par les conditions climatiques favorables à leur développement. Nous avons enregistré une température moyenne de 22 °C, qui augmente progressivement jusqu'à une moyenne comprise entre 27 et 30 °C durant les mois de mai et juin. La densité des populations de pucerons était élevée durant cette période.

Les proportions mensuelles de chaque espèce montrent une présence régulière d'*A. matricariae* au cours des différents mois d'étude et atteignent le seuil maximum au cours du mois d'avril où la température à l'intérieur de la serre est adéquate à la reproduction de cette espèce. *Aphidius ervi*, *D. rapae* et *L. testaceipes* n'ont été observés qu'une seule fois au cours de la période d'étude. Ainsi, nous avons observé qu'*A. platensis* n'apparaissait qu'au mois de mai (Figure.2), alors que certaines espèces n'apparaissent qu'au mois de mars, comme *L. testaceipes*.

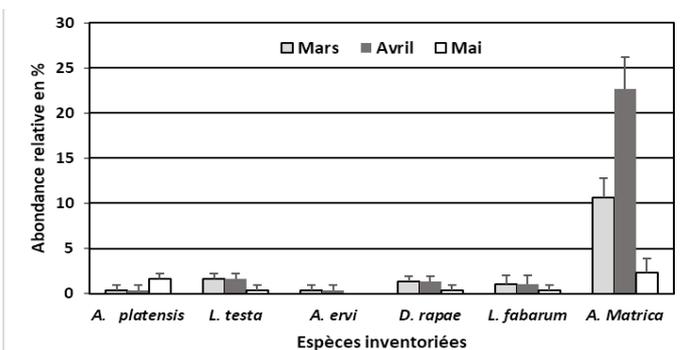


Fig. 2. Abondance relative (%) des espèces de parasitoïdes recensées durant 2014

3-1-2. Année 2013: En deuxième année d'étude, c'est-à-dire l'année 2013, nous avons recensé deux nouvelles espèces qui sont apparues pour la première fois dans notre site expérimental. Il s'agit de *Praon volucre* et *Binodoxys angelica*. Ainsi, nous avons observé la disparition de l'espèce *A. platensis*, et cela est dû à la prédominance de certaines espèces qui se sont installées dans le site d'étude (figure.3).

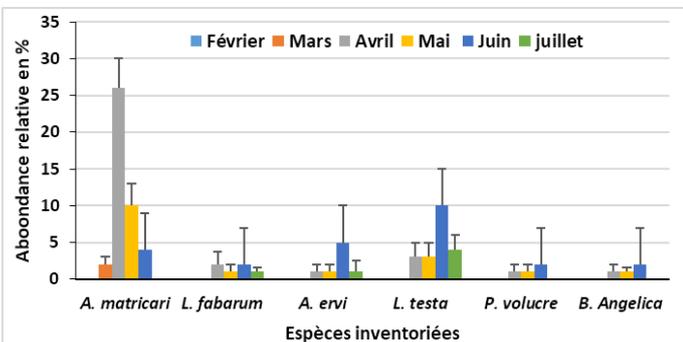


Fig. 3. Abondance mensuelle relative des différentes espèces de parasitoïdes inventoriées

Les abondances relatives en 2013 ont été très variables entre les espèces. La valeur la plus élevée est enregistrée chez *A. matricariae* (54%) suivie par *L. testaceipes* avec 22%. Les autres parasitoïdes participent avec des abondances relativement faibles allant de 5%, chez *Lysephlebus fabarum* et *A. ervi* à 2% pour *Praon volucre* à 1% pour *Binodoxys angelica*. Ces valeurs sont relativement proches avec celles notées l'année précédente, excepté pour *B. angelica* et *P. volucre* où l'abondance

semble plus faible (figure.3). Pour les hypers parasitoïdes, nous avons remarqué une diminution qui atteint 8%.

En 2013, la présence mensuelle du parasitoïde, les espèces inventoriées ont permis de mettre en évidence leur activité régulière au cours des différents mois. On note en particulier la prédominance d'*A. matricariae* en avril et mai, à l'exception de l'année précédente où l'on a remarqué sa présence au cours du mois de juin. Les proportions mensuelles de mars à juillet de chaque espèce ont montré une présence régulière de cinq espèces, *L. testaceipes*, *L. fabarum*, *A. ervi*, *P. volucre* et *B. angelicae* avec une nette prédominance de *L. testaceipes* d'avril à juin (Figure.3). Certaines espèces continuent d'apparaître jusqu'en juillet. Cette présence durant l'été s'explique par les températures favorables au développement de ces espèces de parasitoïdes.

3-1-3. Année 2014: Au cours de l'année 2014, la présence mensuelle des espèces répertoriées a révélé une activité constante de *T. angelica*, *A. funebris*, *L. testaceipes*, *P. exsoletum*, *D. rapae*, *A. ervi* et *P. volucre* au cours du mois d'avril. Cependant, entre février et juin, on enregistre la dominance d'*A. matricariae* (Figure.4). Cette forte abondance de ce parasitoïde pendant la période d'échantillonnage peut être due à la température favorable, de 20 à 28°C. C'est dans ces conditions thermiques que nous avons enregistré une relation entre la plus forte abondance de l'insecte en avril et la température moyenne de 24°C. Les proportions mensuelles d'hyper parasitoïdes ont montré une présence régulière mais plus précoce que celles de l'année dernière. Au cours de cette année, l'aspect est plus contrasté durant les mois d'avril et de mai (Figure.4).

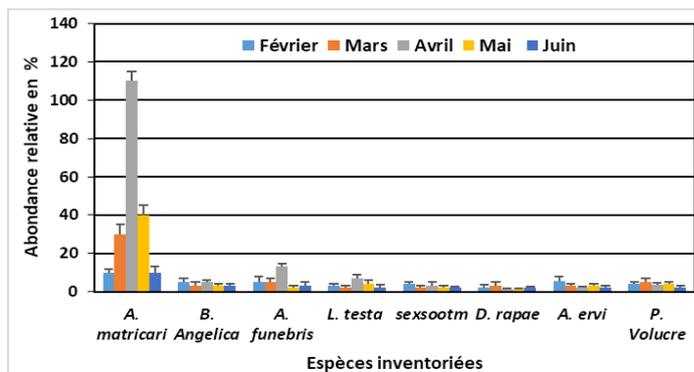


Fig. 4. Abondance relative mensuelle des différentes espèces de parasitoïdes inventoriées.

#### 4. Discussion

L'abondance relative des espèces de parasitoïdes aphidiennes différerait d'une année à l'autre. D'après Andrade (2013), les différentes espèces de parasitoïdes au sein d'une guilda peuvent être influencées d'une façon inégale par les variables climatiques. Selon les années, la communauté peut être dominée par une espèce donnée ou une autre. Ces fluctuations très importantes d'abondance indiquent l'existence d'un facteur annuel structurant ces communautés, possiblement associé aux variations climatiques et à la ressource hôte. Ces variations biotiques et abiotiques ont favorisé l'apparition de certaines espèces durant chaque année à des taux d'abondances différentes : par exemple, l'espèce *L. testaceipes* et *Aphidius ervi*, est une dominance totale d'*A. matricariae*.

Par ailleurs, l'expansion et la prédominance croissante observées de ce parasitoïde se rapprochent de ceux déjà constatés par d'autres auteurs en particulier (Acheampong et al., 2012). Actuellement, nous

pouvons considérer que *A. matricariae* est l'une des auxiliaires les plus efficaces contre les aphides en Algérie.

A travers l'Algérie, Laamari et Stary (2013) ont mentionné que le parasitoïde *L. testaceipes* occupe la deuxième position après *Aphidius matricariae*. Il a pu développer 74 associations tri-trophiques. Après avoir été introduit dans le Sud de la France en 1973-1974 (Stary *et al.*, 1988), il a pu gagner l'Espagne (Baixeras et Michelena, 1983), le Portugal (Cecilio, 1994) et enfin l'Afrique du Nord, probablement à travers le détroit de Gibraltar.

Cette espèce a été introduite en lutte biologique contre diverses espèces de pucerons dans de nombreuses régions du monde telle que l'Australie (Carver, 1984) ou encore le bassin méditerranéen (Stary *et al.*, 1988). Ainsi que *Lysiphlebus testaceipes* qui a parasité 20 espèces de pucerons majoritairement nuisibles aux plantes cultivées, peut être utilisé dans des programmes de lutte biologique contre ces phytophages (Laamari *et al.*, 2011). Parmi les ennemis naturels d'Aphis gossypii, le parasitoïde *L. fabarum* joue un rôle important dans la limitation des populations de cet aphide sur la culture du poivron sous serre. Cependant, l'espèce *A. matricariae* s'est montrée la plus dominante en ayant déjà formé 57 associations tri trophiques avec 23 espèces de pucerons trouvées sur 38 espèces végétales (Laamari et Stary, 2013).

L'importance numérique des espèces de genres *Aphidius* et *Lysiphlebus* peut être attribuée à leur capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques. D'après Stary *et al.* (1975), les espèces appartenant à ces genres ne sont pas très exigeantes du point de vue climatique. C'est certainement ce qui explique leur large distribution à travers le monde.

Pour cela, il est important de comprendre l'influence des variations climatiques sur le fonctionnement des communautés des pucerons et de leurs parasitoïdes. Cela a également une importance fondamentale pour le contrôle biologique des populations de ravageurs (Andrade, 2013). En outre, l'abondance et l'efficacité des parasitoïdes primaires sont limitées par l'intervention des hyper parasitoïdes (Darsouei *et al.*, 2011). Traditionnellement, les hyper parasitoïdes ont été conçus pour avoir un effet négatif sur les populations de parasitoïdes primaires. Il y a plusieurs façons dont les hyper parasitoïdes peuvent influencer les populations de parasitoïdes primaires soit directement par la mortalité ou indirectement en changeant le comportement des parasitoïdes ou le puceron (Buitenhuis, 2004).

## 5. Conclusion

Les populations d'*A. matricariae* sont les plus fréquentes et ont progressivement augmenté pour devenir ainsi les espèces les plus dominantes parmi les parasitoïdes de pucerons durant la dernière année de l'étude, avec des proportions atteignant les 78 %. Les abondances relatives et mensuelles nous ont montré une dominance de l'espèce d'*A. matricariae* dans toute la région d'étude.

## Références

Akhtar A., Dey D. & Kamil-Usmani M., (2011). A catalogue of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) from India. *Insecta Mundi*, 151: 1–31.

Andrade T.O., (2013). Evolution spatio-temporelle de la diversité et du fonctionnement d'une guildes de parasitoïdes. *These de Doctorat, Université de Rennes 1*, 164 pages.

Baixeras A.J. & Michelena J.M., (1983). Aparición del *Lysiphlebus* (Phlebus) testaceipes (Cresson, 1880) (Hym. : Aphidiidae) en España. *Actas I Congreso Ibérico de Entomología*: 69–73.

Boivin G., Hance T. & Brodeur J., (2012). Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 1–12. doi.org/10.1139/CJPS2011-045

Buitenhuis R., (2004). A comparative study of the life history and foraging behaviour of aphid hyperparasitoids. *Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec*, 186 pp.

Carver M., (1984). The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasites (Hym.: Ichneumonidae: Aphidiidae). *Entomophaga*, 29: 351–359.

Cecilio A., (1994). Faunistic evolution after the introduction of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera, Aphidiidae) in Portugal, and its importance for the control of aphids. *Boletín de Sanidad Vegetal*, 20: 471–476.

Darsouei R., Karimi J. & Modarres-Awal M., (2011). Parasitic wasps as natural enemies of aphid populations in the Mashhad region of Iran: new data from DNA barcodes and SEM. *Archives of Biological Sciences*, 63: 1225–1234.

Dedryver, C. A., Le Ralec, A., & Fabre, F., (2010). The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies. *Comptes rendus biologiques*, 333(6-7), 539-553.

Eggleton, P., & Belshaw, R., (1992). Insect parasitoids: an evolutionary overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 337(1279), 1-20.

Ghelamallah A., Rakhshani E., Bouhraoua R.T., Michelena J.M., Boualem M., Ferrer-Suay M., & Pujade-Villa J., (2018). New Hymenoptera records (Braconidae: Aphidiinae) from Algeria and the Northern Africa, and notes about other species. *Zeitschrift für Entomologie. Entomofauna*: 39/1, Heft 13: 301-316.

Hemidi W., Laamari M. & Tahar Chaouche S., (2013). Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales de la ville de Biskra. 4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" CIPCA4 TAGHIT (Bechar), Algeria, 19–21 November, 2013, 363–371 pp.

Höller C., Borgemeister C., Haardt H. & Powell W., (1993). The relationship between primary parasitoids and hyperparasitoids of cereal aphids: an analysis of field data. *Journal of Animal Ecology*, 62: 12–21.

Laamari M. & Stary P., (2013). Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of Algeria: Diversity, host associations and distribution. *In: Abstracts from International Symposium Ecology of Aphidophaga 12*, September 9.13, Belgrade, Serbia: pp. 71-82.

Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of entomology*, 45(1), 175-201.

Stary P., Leclant F. & Lyon J.P., (1975). Aphidiides (Hym.) et Aphides (Hom.) de Corse I. Les Aphidiides. *Annales de la Société entomologique de France*, 11: 745–762.

Stary P., Lyon J.P. & Leclant F., (1988). Post colonisation host range of *Lysiphlebus testaceipes* in the Mediterranean area (Hymenoptera, Aphidiidae). *Acta Entomologica Bohemica*, 85: 1–11.

## Pratiques d'élevage dans une ferme laitière à Hassi-Mamèche et leurs impacts sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait.

SAIDANE Zohra<sup>1\*</sup>, HOMRANI Mounia<sup>1</sup>, DAHOU Abdelkader Elamine<sup>1</sup>, BOUABSA Fatima Soltana<sup>1</sup> et HOMRANI Abdelkader<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire des sciences et techniques de la production animale, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem-Algérie .

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

Vache,  
traite,  
lait frais,  
analyse physico-chimique,  
analyse microbiologique.

### R É S U M É

Le lait, destiné à la consommation humaine, est le produit de la traite d'une femelle laitière saine et bien nourrie. S'il est contaminé, il peut être un vecteur de transmission d'agents pathogènes à l'homme et constituer un risque pour la santé humaine. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité physico-chimique du lait d'une part, et de mettre en lumière la relation entre certaines pratiques d'hygiène de traite et la flore présente dans le lait frais d'autre part. L'étude proposée est réalisée durant la période d'avril à juin 2022 sur le lait frais des vaches laitières de la ferme laitière de Hassi-Mamèche dans la Wilaya de Mostaganem. Les résultats moyens de l'analyse physico-chimique montrent un pH de 6.46, une densité de 1.031, une teneur en matières grasses de 31.03g/l, une teneur en protéines de 30.5g/l et une teneur en lactose de 46.83g/l. Quant à l'étude microbiologique, elle a porté sur le dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FAMT), des coliformes fécaux et totaux, de *Staphylococcus aureus*, des streptocoques du groupe "D" et du Clostridium sulfito-réducteur. Les résultats obtenus montrent l'absence de clostridies dans les échantillons, mais une charge non négligeable de FAMT en l'absence de respect des règles d'hygiène de la traite, soit une moyenne de 1.64 10<sup>6</sup> ufc/ml".

### 1.Introduction

Le lait est une matière première simple en apparence, complexe dans sa composition, mais qui contient des ressources considérables provenant de la mamelle d'un animal en lactation (Saidane *et al.*, 2022).

Le rendement de certains dérivés du lait est étroitement lié à sa composition chimique, qui peut être relative à l'animal, comme la race, le stade de lactation, l'état physiologique et l'environnement. En effet, le lait est un milieu de culture idéal pour la multiplication des micro-organismes, notamment des bactéries, en raison de sa richesse en nutriments et en humidité. Il est inévitable qu'il soit contaminé par des micro-organismes au cours de son processus de production et qu'il s'altère ainsi. De ce fait, la numération microbienne totale du lait indique sa qualité. La présence de certains germes nuisibles dans le lait

peut entraîner des risques pour le consommateur en raison de certains défauts d'hygiène de production, de l'état de santé de l'animal et lors du stockage dans l'exploitation laitière. Afin de réduire les contraintes technologiques, les transformateurs exigent des normes de composition et de qualité du lait très disparates. Il est donc soumis à des contrôles et des traitements pour maintenir sa stabilité nutritionnelle et son acceptabilité organoleptique.

En 2017, la wilaya de Mostaganem comptait un cheptel bovin estimé à 30 300 têtes, dont 20 500 vaches laitières, indiquent les statistiques de la Direction des Services Agricoles (DSA). La région compte deux types d'élevages, dont l'un à vocation laitière et l'autre d'engraissement. Toutefois, les seconds ne pèsent guère dans la balance. Le cheptel laitier est concentré sur le plateau et dans les basses vallées de l'Ouest de Mostaganem d'après DSA (2017). On y trouve des bovins laitiers modernes et améliorés. Le type d'élevage le plus observé dans la région est extensif. Ce système est pratiqué par des

\*Corresponding author.

E-mail address: [saidanezohra5@gmail.com](mailto:saidanezohra5@gmail.com)

Received 27 October 2022; Received in revised form 22 February 2023;  
Accepted 01 March 2023

agriculteurs disposant de faibles espaces et de petits effectifs (2 à 6 vaches par ferme). L'alimentation est basée sur le foin et la paille, parfois le fourrage vert. Le concentré est fourni en complément selon Sidhoum (2019).

Dans le même ordre d'idée, notre travail se propose d'étudier l'impact des techniques d'élevage en particulier les conditions de la traite sur la production et la qualité du lait. L'étude est réalisée au niveau d'une ferme à Hassi-Mamèche de la Wilaya de Mostaganem au Nord-Ouest algérien et porte sur la conduite réelle de l'élevage avec ses implications sur les paramètres physicochimiques et microbiologiques du lait frais.

## 2. Matériel et méthodes:

### 2-1. Protocole

Cette enquête vise à établir un état relatif à la pratique d'élevage du troupeau de ferme choisie par rapport à l'alimentation pour une productivité contrôlée et son effet sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait frais. En effet, cette étude a couvert la période de la haute saison laitière, de mi-avril à mi-juin 2022. Par ailleurs, la première étape de cette recherche est une étude de terrain. Elle consiste en une enquête visant à recueillir des informations sur les vaches de l'exploitation considérée.

Dans la deuxième étape, nous réalisons des analyses physico-chimiques sur 3 échantillons de lait prélevés sur les vaches de l'exploitation. Ensuite, nous recherchons et dénombrons les marqueurs de contamination dans le lait collecté, à savoir les FAMT, les coliformes totaux et fécaux, les staphylocoques, les streptocoques du groupe "D" et les Clostridium sulfito-réducteurs.

### 2-2. Présentation de la structure de l'étude

La ferme retenue a une superficie de 63 hectares et située à une altitude 133m avec un climat tempéré. Par ailleurs, la ferme exploite des bovins de la race Prim'Holstein (Pie noire) à travers un système d'élevage semi-intensif (figure 1). Le cheptel est composé de 02 taureaux, 03 vaches laitières âgées de 8 ans et à la 5ème lactation. La traite est effectuée deux fois par jour, le matin et le soir. L'entretien est confié à des préposés et la prophylaxie du troupeau est assurée par un vétérinaire. Chaque année, le cheptel est vacciné contre la rage, la fièvre aphteuse et l'entérotaxémie. Les vaches sont identifiées par un code matricule.



Fig. 1. Race Prim'Holstein, Bouabsa (2022) .

La ration alimentaire des vaches est basée principalement sur l'aliment "VLB17" 5 kg par jour, l'ensilage de maïs 12 kg, la paille 10 kg, distribués matin et soir.

**2-2-1. Echantillonnage:** Trois échantillons au total sont prélevés dans l'exploitation, avec un intervalle de 15 jours entre deux échantillons. Chaque prélèvement est un mélange de lait provenant de deux vaches. Les échantillons sont prélevés de manière aseptique. La traite est effectuée manuellement le matin de telle sorte que les premiers jets de lait soient éliminés. Les échantillons de lait sont recueillis dans des flacons stériles de 50 ml, refroidis à 4°C et acheminés dans une boîte isotherme au laboratoire pour l'analyse physico-chimique et microbiologique du lait.

**2-2-2. Analyses physico-chimiques:** Les paramètres qui suivent sont mesurés à l'aide d'un analyseur de lait spectrométrique (LACTOSCAN Ultra Sonic (Série N°16/68)) : pH, matière sèche totale, teneur en matières grasses, en protéines et en lactose.

**2-2-3. Analyses microbiologiques:** Une série de dilutions est préparée à partir de 1 ml de lait à analyser dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% à partir desquels des dilutions décimales sont effectuées jusqu'à 10<sup>-5</sup>. Un ml de chaque dilution est inoculé dans des milieux sélectifs pour chaque germe visé, comme le montre le tableau 1.

Pour le dénombrement, seules les boîtes de Pétri présentant entre 30 et 300 ufc sont retenues comme indiqué dans la réglementation algérienne selon JORA (2004).

Tab. 1. Milieux et modalités d'incubation des contaminants étudiés .

Germe étudiés	Milieux de culture	Température et Temps d'incubation
FAMT	PCA	30°C /72 H
Entérobactéries	Totaux	Gélose VRBG (Institut Pasteur, Algérie)
	Fécaux	Gélose VRBL (Institut Pasteur, Algérie)
Staphylocoques	Gélose Chapman (Institut Pasteur, Algérie).	37°C /24 à 48 H
Les clostridies	Viande de foie (Institut Pasteur Algérie) + (0.5 ml de citrate de fer à 5 % + 3 gouttes de sulfite de sodium à 5 %)	37°C /48 H
Streptocoques fécaux	Milieu de Rothe	37°C /24H
	Eva Litsky	37°C /24H

**2-2-4. Etude morphologique des contaminants étudiés:** Les caractéristiques culturelles des isolats sur gélose sont observées directement à l'œil nu, et l'examen microscopique par coloration de Gram a permis d'examiner la forme, le mode d'association et le Gram de ces bactéries.

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait étudié, à savoir le pH, la densité, le point de congélation sont illustrés dans le tableau 2.

**3-1-1. Température:** Les résultats des températures enregistrées immédiatement après la traite sont présentés dans le tableau 1 avec une moyenne de 23.93°C. A la sortie de la mamelle, le lait affichait une température de 37°C, cette baisse de température s'explique par la réfrigération des échantillons pour analyse.

**Tab. 2.** Qualité physico chimique des échantillons de lait .

Paramètres analysés	Echantillon1 (25-04-2022)	Echantillon2 (10-05-2022)	Echantillon3 (24-05-2022)	Moyenne
Température(°C)	21.4	24.1	26.3	23.93
pH	6.68	6.37	6.35	6.46
Densité	1.032	1.031	1.031	1.031
Point de congélation (°C)	-0.55	-0.52	-0.56	-0.54
Matière grasse (g/l)	29.7	27.6	35.8	31.03
Matière sèche (g/l)	10.14	9.67	10.05	9.95
Protéine (g/l)	31.1	29.7	30.7	30.5
Lactose (g/l)	47.3	45	48.2	46.83
Sels minéraux (g/l)	10.14	6.5	7.1	7.91

3-1-2. *pH*: La valeur moyenne de pH de 6.46 du lait étudié est inférieure à celles trouvées par Saidane et al. (2022) qui est de 6.64 pour des échantillons de lait de vache locale « Brune de l'Atlas » et des conditions de traite. Les résultats obtenus peuvent être liés à la race de l'animal, au climat, au stade de lactation, à la disponibilité des aliments, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions d'hygiène de la traite.

3-1-3. *Densité*: La valeur moyenne de la densité est plus élevée que celle du lait étudié par Saidane et al. (2022), qui est en moyenne de 1.028 chez la vache locale. La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.

3-1-4. *Point de congélation*: La valeur moyenne du point de congélation de lait de vache est égale à -0.44°C. Le point de congélation prend une moyenne d'environ -0.54°C, tout dépend, des variations saisonnières : de la race et la région de production. La teneur en lactose influence le point de congélation à 80% selon Suisselab Office (2020). En effet, plus sa concentration est importante, plus le point de congélation est faible.

3-1-5. *Matière grasse*: La valeur moyenne de la matière grasse est de 31.03 g/l. Cette moyenne est inférieure à celle rapportée par Meribai (2010) qui est de 36.51g/l dans une étude réalisée sur un troupeau de la même race dans une ferme de référence située dans le village de Boubirek (Wilaya de Bejaia). La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, le stade de lactation et l'alimentation.

3-1-6. *Matière sèche*: La valeur moyenne en matière sèche selon le tableau 2 est de 9.95 g/l. Selon la documentation, la teneur en matière sèche du lait standard est de 10.9%. Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total est due à divers facteurs tels que la qualité et la quantité d'eau disponible pour les animaux Khaskheli et al. (2005). La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation Bengoumi et al. (1994) ; Khaskheli et al. (2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du nombre de vêlages Yagil (1982).

3-1-7. *Teneur en sels minéraux*: Elle s'avère répondre aux normes internationales retenues pour le lait cru, avec une moyenne de 7.91 g/l. D'après Yagil (1982), le taux de sels minéraux du lait varie dans une large gamme de mesure, selon l'apport alimentaire, il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés.

3-1-8. *Protéines*: Ainsi les résultats montrent que la moyenne de lait des vaches expérimentées est 30.5 g/l de protéines. Ce résultat est supérieur à celui obtenu par Saidane et al. (2022) sur les vaches locales qui de 27.8g/l et inférieur à celui obtenu par Matallah et al. (2015) qui est de  $32.2 \pm 6.1$  sur des vaches de la même race de la wilaya d'El-Tarf, car à en croire ces auteurs, l'apport énergétique de la ration facilite une augmentation du taux de protéines modulée par le potentiel génétique. Lebeuf et al. (2002) ajoutent que la teneur moyenne des protéines du lait de vache est de 33%. La concentration des protéines varie selon la race, la saison, le stade de lactation et le numéro de lactation.

### 3-2. Analyses microbiologiques

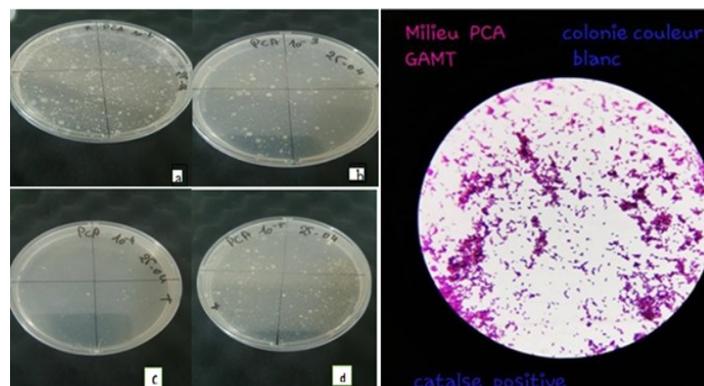
3-2-1. *Qualité microbiologique du lait*: La variabilité microbiologique du lait collecté est notée tout au long de la période d'étude. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.

**Tab. 3.** Évolution des germes recherchés dans les différents échantillons de lait.

Germe(ufc/ml)	Jour	Echantillon1 (25-04-2022)	Echantillon2 (10-05-2022)	Echantillon3 (24-05-2022)	Moyenne
FAMT		1.61 10 <sup>6</sup>	1.98 10 <sup>6</sup>	1.34 10 <sup>6</sup>	1.64 10 <sup>6</sup>
Coliformes fécaux		0.98 10 <sup>4</sup>	1.36 10 <sup>4</sup>	1.52 10 <sup>4</sup>	1.28 10 <sup>4</sup>
Coliformes totaux		1.78 10 <sup>6</sup>	2.10 10 <sup>6</sup>	1.70 10 <sup>6</sup>	1.86 10 <sup>6</sup>
Staphylococcus aureus		1.63 10 <sup>4</sup>	1.52 10 <sup>4</sup>	1.50 10 <sup>4</sup>	1.55 10 <sup>4</sup>
Clostridium sulfito-réducteurs		Absent	Absent	Absent	Absent

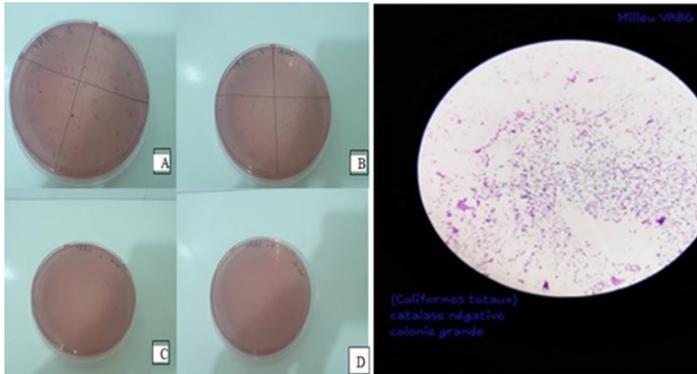
**Flore aérobie mésophile totale (FAMT)**: La flore aérobie mésophile totale nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique du lait. Elle est considérée comme le facteur déterminant de la durée de conservation du lait frais Guinot-Thomas et al. (1995). D'après les résultats d'analyses obtenus durant la période expérimentale (figure 2), il ressort que la flore totale présente dans le lait analysé dépasse le seuil fixé par la norme algérienne, avec une moyenne de  $1.64 \cdot 10^6$  ufc /ml. Ce résultat est supérieur à celui relevé par Sassi et al. (2018) qui est de  $3.8 \cdot 10^5$  ufc/ml.

Cela s'explique par un manque d'hygiène au niveau de l'étable et par la forte contamination du lait au cours de ces différentes étapes de manipulation. Les niveaux élevés de la flore totale peuvent être interprétée comme un indice de mauvaise pratique d'hygiène pendant la traite.

**Fig. 2.** Observation macroscopique et microscopique après coloration Gram (X100) de la FAMT.

a : dilution à 10<sup>2</sup>, b : dilution à 10<sup>3</sup>, c : dilution à 10<sup>4</sup>, d dilution à 10<sup>5</sup>

**Dénombrement des coliformes totaux:** Les taux des coliformes totaux enregistrés sont compris entre  $1.70 \cdot 10^6$  et  $2.10 \cdot 10^6$  ufc/ml (tableau 3). Ces résultats confirment une forte hétérogénéité entre les différents échantillons de lait analysés (figure 3).

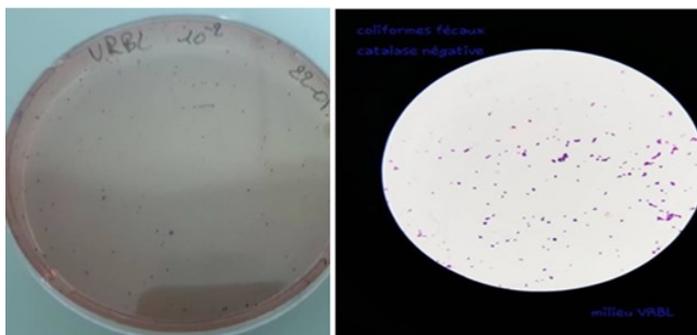


**Fig. 3.** Observation macroscopique et microscopique (X100) des coliformes totaux

A : dilution à  $10^{-2}$ , B: dilution à  $10^{-3}$ , C : dilution à  $10^{-4}$  , D : dilution à  $10^{-5}$

La réglementation algérienne ne définit pas une norme pour cette flore. Pour cela, nous essayerons de comparer nos résultats à d'autres études similaires. Les résultats obtenus sont supérieurs aux dénombrements retrouvés par [Ouinine et al. \(2004\)](#)  $1.07 \cdot 10^7$  ufc/ml, cependant ils sont inférieurs à ceux rapportés par [Afif et al. \(2008\)](#) avec  $3.2 \cdot 10^5$  ufc/ml. Cela est dû, d'après [Magnusson et al. \(2007\)](#), aux mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

**Dénombrement des coliformes fécaux:** La présence de coliformes fécaux (figure 4) indique le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. Le seuil maximal toléré de ces germes dans le lait cru selon la législation algérienne en vigueur est de  $10^4$  ufc/ml. Selon les résultats obtenus (tableau 3), ce niveau ne dépasse pas le seuil pour tous les échantillons analysés, avec une moyenne de  $1.28 \cdot 10^4$  ufc/ml. Selon [Rozier et al. \(1985\)](#), cité par [Bouchibi et Boulam \(1997\)](#), les coliformes fécaux sont des bactéries de type *Escherichia coli* dans 95 à 99% des cas.



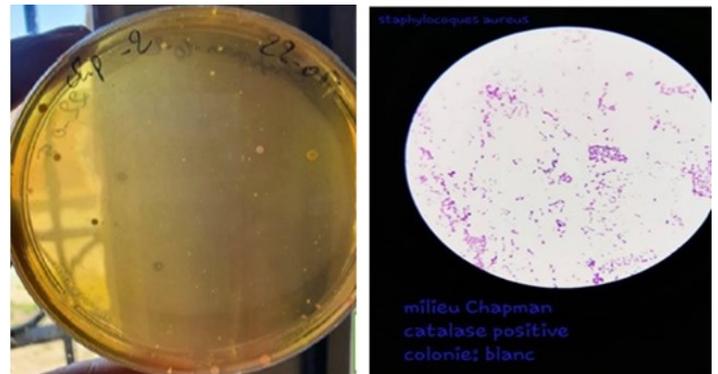
**Fig. 4. :** Observation macroscopique et microscopique (X100) des coliformes fécaux

[Mocquot et Guittonneau \(1939\)](#), ont montré que les coliformes du genre *Escherichia* sont les plus fréquents dans les bouses des vaches laitières. Ils contaminent directement le lait par contact direct avec la mamelle, ou se multiplient lors d'un mauvais nettoyage lors du rinçage des ustensiles de traite.

**Dénombrement des *Staphylococcus aureus*:** Ce genre de bactérie est reconnu comme l'agent causal des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin. On a enregistré la présence des staphylo-

coques (figure 5) avec une moyenne de  $1.55 \cdot 10^4$  ufc/ml (tableau 3). Cette moyenne reste élevée par rapport à celle trouvée par [Sassi et al. \(2018\)](#) qui est de  $0.44 \cdot 10^2$  ufc/ml prélevée en été sur du lait cru provenant d'un troupeau de la ville de Relizane.

Ce germe pathogène constitue un risque réel pour la santé publique à l'origine de toxi-infection alimentaire capable de produire dans certaines conditions, des entéro-toxines thermostables qui peuvent résister même aux traitements thermiques les plus sévères de pasteurisation [Ashnafi \(1996\)](#).



**Fig. 5. :** Observation macroscopique et microscopique (X 100) des staphylocoques.

**Dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteur*:** Le lait analysé est dépourvu de *Clostridium sulfito-réducteur* (figure 6) donc il est conforme à la norme du journal officiel de la république Algérienne (1998) qui égale à 50 ufc/ml. Ce qui montre que la nourriture des vaches est dépourvue d'ensilage contaminé. Les clostridies sont capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées [Lebres et Hamza \(2002\)](#).



**Fig. 6. :** Résultats de la recherche des *Clostridium sulfito-réducteur* .

**Dénombrement des Streptocoques groupe «D»:** Les résultats du dénombrement des Streptocoques fécaux des différents échantillons de lait sont représentés dans le tableau 4.

**Tab. 4.** Résultats des tests pour les streptocoques fécaux

Dilutions	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$
Test de présomption Rothe S/C	+	+	+
Test de confirmation Eva litisky	+	-	-
Résultats	3	0	2

Le chiffre "302" tiré des résultats du tableau 4 correspond à 6 streptocoques fécaux sur la table de Marc Grady. Ainsi, 6 streptocoques fécaux à la dilution de départ (1/10), ce qui donne 60 streptocoques fécaux par ml de lait testé (60 F/ml).

#### 4. Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle est indéniable. En effet, il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel dès le plus jeune âge. La qualité sanitaire du lait est une condition nécessaire à la sécurité du consommateur.

L'étude réalisée a fourni une approche confirmative de la qualité du lait frais des vaches laitières de la ferme suivie. Ce lait est le produit d'un élevage semi-intensif, du même troupeau et d'une race importée "Prim Holstein". L'évaluation physico-chimique du lait montre globalement une composition satisfaisante proche des normes recommandées, qui porte sur la densité (1.032), la matière grasse (31.03g/l).

Sur le plan microbiologique, la présence de bactéries d'altération et de bactéries pathogènes dans le lait révèle une situation de qualité non satisfaisante pour ce produit, car tout échantillon qui dépasse la norme recommandée par le Journal officiel algérien peut être qualifié de non conforme. La présence de cette diversité de flore, qu'elle soit fécale ou pathogène, n'est que le résultat de l'absence de mesures d'hygiène et de contrôle sanitaire quotidien des vaches, du non-respect des conditions d'élevage et du non-respect des conditions de stockage du lait.

Pour parfaire ce travail sur l'exploitation du lait frais de cette ferme, nous proposons sur le plan technique :

- Améliorer les conditions d'hygiène dans lesquelles ces manipulations sont réalisées, c'est-à-dire l'état de propreté de l'animal et notamment celui des mamelles, du milieu environnant, du trayon, du matériel de collecte du lait, du matériel de conservation et de transport du lait.
- Amélioration du système d'élevage.
- Enfin, la qualité du lait pour l'industrialisation et la santé animale sont des raisons suffisantes pour améliorer la qualité des aliments consommés par les vaches en lactation et appliquer les mesures nécessaires pour maîtriser les risques de contamination dans le processus de production et d'approvisionnement des aliments.

#### Références

- Afif .A, Faïd. M et Najimi. M. (2008). Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology Vol 7. N°1, 2,7p.*
- Ashnafi. M. (1996). Effect of container smoking and incubation temperature on the microbiological and ergo a traditional Ethiopian sour milk. *International Dairy J., 19T6(1):95-104.18T19T Avril D. et Denis M., 1992. Biopréservation by lactic acid bacteria. Antonie Leeuwenhoek. J. n°70, pp: 331-345.*
- Bengoumi. M, Faye. B et Tressol. J.C. (1994). Composition minérale de lait de chamelle du sud marocain. *Acte du colloque : "Dromadaire et chameaux animaux laitiers", 24- 26- octobre, Nouakchott, Mauritanie.*
- Bouchibi. A.M et Boulam. M. (1997). Contribution à l'étude microbiologique du lait cru de trois fermes de la région de Constantine. *Mémoire d'ingénieur d'état en industries agro-alimentaires. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine. pp: 50-74.*
- DSV (Direction des Services Vétérinaires). Bulletins sanitaires vétérinaires, années 1995 à 2017. Direction des Services Vétérinaires. Algérie. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 1995-2017.*
- Guinot-Thomas. P, Al Ammoury. M, Laurent. F. (1995). Effects of storage conditions on the composition of raw milk. *Int. Dairy J., 5, 211-223*
- JORA N° 43 Arrêté du 24 mai. (2004).Rendant obligatoire une méthode de dénombrement des coliformes dans les laits fermentes.
- Khaskheli. M, Arain .M.A, Chaudhry .S, Soomroa. H. et Qureshi. T.A. (2005). Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences 2, 164-166.*
- Lebeuf. Y, Michel J.C, Moineau. S. (2002). Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. *In: Science et technologie du lait.*
- Lebres. A. D. et Hamza. A. (2002). Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments « microbiologie des laits et produits laitiers », Institut Pasteur d'Algérie.
- Magnusson. M, Christiansson et Svensson. B. (2007). Bacillus cereus spores during housing of dairy cows: factor affecting contamination of raw milk. *Journal of dairyscience.n° 90. pp: 2745-2754.*
- Matallah. S, Bouchelaghem. S et Matallah. F. (2015). Variations de la composition chimique du lait de vache Holstein dans le nord-est de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development. Volume 27, Article #16, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/1/mata27016.html>.*
- Meribai. A. (2010). Influence de quelques paramètres de production (alimentaire et race) sur la composition du lait aptitude à la coagulation par des succédanés de laprésure. *Memoire de Magister en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie – El-Harrach – Alger, 52p.*
- Mocquot. G et Guittonneau. G. (1939). Recherches sur la pasteurisation des laits de consommation sur la colimétrie appliquée aux contrôles de la pasteurisation des laits et des laits pasteurisés. *Le lait n°182,pp : 114-139.*
- Ounine K, Rhoutaïsse et El Halou. N. E. (2004). Caractérisation bactériologique du lait cru produit dans les étables de la région du Gharb. *Al awamia, 109 -110. pp : 187-204.*
- Rozier .J, Carlier .V, Bolnot. F. (1985). Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. *Paris, éd SEPAIC, pp:19-85.*
- Saidane. Z, Dahou. AA, Homrani. A. (2022). Description des performances zootechniques des races bovines indigènes algériennes « brune de l'Atlas » de la région d'El Ouldja dans l'Ouest algérien. *Acta Manilana 70, 93-102.*
- Sassi. H, Sahnoune. A, Homrani. A, Nemiche. S. (2018). Effect of the season on the microbiological quality of raw cow's milk on the farm in Western Algeria. *Advances in Bioresearch Adv. Biores, 9 (3), 108-122.*
- Sidhoum. N. (2019). Enquête épidémiologique de la brucellose animale et humaine. Cas de la Wilaya de Mostaganem. *Thèse de Doctorat en Sciences. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 86p.*
- Suisselab Office (2020). <https://Mooh.Swiss> > Assets > Doc > Fr-Merkblatt-Gefrierpunkt Thermometer. Pdf.
- Yagil. R. (1982). Camels and camel milk. *In: Animal production and health paper n° 26. Publication FAO (Food and Agriculture Organization). Rome.*



## Étude de l'activité insecticide d'*Allium sativum* (Aspargales : Amaryllidaceae) vis-à-vis des adultes de *Hyalopterus pruni* (Hemiptera : Aphididae).

KEDDAR Fayza<sup>1\*</sup>, BOUALEM Malika<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de bioressources naturelles locales (LBRN), Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Hassiba Ben Bouali, 02000, Chlef, Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire de Protection des Végétaux, Département d'agronomie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 27000, Algérie

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

*Allium sativum*,  
*Hyalopterus pruni*,  
 in vitro,  
 Huile essentielle,  
 Mortalité .

### R É S U M É

*Hyalopterus pruni* est l'un des ravageurs invasifs les plus dévastateurs des arbres fruitiers (pruniers, amandiers et pêchers). Les pesticides de synthèse produisent des effets nocifs et perturbent par conséquent le développement des organismes et augmentent le taux de risque pour la santé publique et l'environnement. La présente étude vise à proposer une solution alternative basée sur l'utilisation d'un produit naturel "Huile essentielle d'*Allium sativum*". Nous avons opté dans cette étude à un test in vitro de l'huile essentielle d'*A. sativum* pour le contrôle des populations du puceron farineux du prunier "*H. pruni*". Pour ce faire, cinq doses d'huiles ont été testées (0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 et 0,5%) sur les adulte de *H. pruni*. Les observations ont été notées 24, 48, 72, 96 et 120 heures après les traitements. Les DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> ont été obtenues à raison de 1,59 et 4,31%, respectivement.

### 1.Introduction

Les pucerons sont de redoutables bioagresseurs des cultures, leur dégâts se manifestent par une diminution des rendements, comme ils peuvent provoquer la mort des arbres (Matvievsky *et al.*, 1987 ; Shevchuk *et al.*, 2021). Le puceron farineux du prunier *Hyalopterus pruni* Geoffr est un ravageur important des fruits à noyau (Blackman et Eastop, 2000). Il est considéré comme le principal nuisible qui cause de graves dommages, réduit la croissance des branches et augmente la fissuration des fruits (Brodeur *et al.* 2013). Il se reproduit en masse, tant dans les pépinières que dans les vergers jeunes et fructifères. Ils se concentrent sur les feuilles, les fruits et les pousses, suçant leur jus, ce qui provoque de graves déformations, une oppression et un affaiblissement des arbres. Les aphidophages jouent un rôle important dans la régulation des populations de pucerons, dont les coccinelles qui sont utilisées à travers le monde pour le contrôle des pucerons (Bellows *et*

*al.*, 1999 ; Lozier *et al.*, 2008). Par ailleurs, Les produits botaniques sont des ressources naturelles utilisées pour contrôler différents ravageurs agricoles. Des extraits bruts de graines, de feuilles, d'écorces, de bulbes et de fruits de différentes espèces végétales ont été largement testés sur des ravageurs agricoles pour leur bioactivité (Isman et Seffrin, 2014).

L'ail (*Allium sativum* L.) est une plante potagère qui appartient à la famille des Lillaceae, originaire d'Asie centrale et cultivée dans les différents pays du monde (De Greef *et al.*, 2021). L'ail est largement utilisé en raison de ses qualités d'assaisonnement et de saveur ainsi que pour ses propriétés bénéfiques à la santé (Petrovska et Cekovska, 2010). L'ail connaît des vertus médicinales, il est utilisé en médecine populaire comme remède pour le traitement des maladies bactériennes et virales des capacités cardioprotectrices (El-SaberBatiha *et al.*, 2020 ; Martins *et al.*, 2016 ; Boonpeng *et al.*, 2014 ; Lee *et al.*, 2016), des propriétés anti-glycation, antioxydantes et antimicro-

\*Corresponding author.

E-mail address: [f.keddar@univ-chlef.dz](mailto:f.keddar@univ-chlef.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 25 February 2023;

Accepted 01 March 2023

biennes (Khan *et al.*, 2022 ; Woods-Panzaru *et al.*, 2009 ; Bourgoïn *et al.*, 2017 ; Steglinska *et al.*, 2022), connu également pour ces vertus antifongiques et insecticides (Sharma *et al.*, 2017 et Shiberu et Getu, 2017).

Cette étude vise à proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation de produit naturel " bioinsecticides " à l'égard du puceron farineux *H. pruni*, considérée comme une menace sérieuse pour les cultures de rosacées à noyaux.

## 2. Matériel et méthodes:

### 2-1. Extraction de l'huile essentielle

Nous avons introduit 2 litres d'eau distillée et 1500g d'ail frais sur une grille perforée; le but de cette méthode est d'entraîner avec la vapeur d'eau les constituents volatils des produits bruts. La vapeur détruit la structure des cellules végétales, libère les molécules contenues et transporte les plus volatiles en les séparant du substrat cellulosique. Les huiles obtenues sont conservées dans des flacons en verre approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium à température comprise entre 4 et 6°C pour éviter toute dégradation des H.E par l'action de l'air et de la lumière. Les huiles essentielles sont des substances très délicates et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile. Comme reporté par Bruneton (1993) et Valnet (1984), les risques de dégradation sont multiples, par photoisomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de propénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène). Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Les tests ont été réalisés sous  $T^{\circ} = 20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ,  $H^{\circ} = 48 \pm 8\%$  et photopériode naturelle. Les adultes de *H. pruni* ont été prélevées à l'aide d'un pinceau et placées dans des boîtes de Petri aérées ; chaque boîte portant des feuilles de pêches saines qui servent de support alimentaire aux pucerons. Les concentrations de l'huile essentielle testées ont été de l'ordre de :0.1 - 0.2- 0.3-0.4 et 0.5%, puis le témoin traité avec l'acétone à 10%. Le taux de mortalité (%) est déterminé après 24h, 72h, 48h durant 5 jours après la pulvérisation. Le taux de mortalité en fonction du temps de contact est estimé avec la formule d'Abbott (Busvine, 1981).

### 3-2. Le traitement statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de variance selon le dispositif expérimental retenu, suivie d'une comparaison de moyennes selon le test Tukey. Les résultats ont été appréciés au seuil de 5%, sous le logiciel statistique MINITAB® version 19.

## 3. Résultats & discussion

### 3-1. Rendement d'extraction

L'huile essentielle d'ail est caractérisée par une forte odeur et une couleur blanche transparente. Le rendement obtenu a été de l'ordre de 0.45%.

### 3-2. Activité insecticide

Les résultats des mortalités cumulées des adultes du puceron fari-

neux traités par l'huile essentielle d'*A. sativum* sont représentés sur la figure 01. Les mortalités sont significativement supérieures chez les pucerons traités par l'HE par rapport au témoin. On constate que la concentration de 0.1% provoque un taux de mortalité de 33.33% pendant le premier jour, et de 80% au troisième jour du comptage. 100% de mortalité a été enregistrée au quatrième jour du traitement. Le début d'action d'un produit est très important dans la mesure où il donne une indication sur l'efficacité de ce dernier. On remarque également que les taux de mortalités des pucerons traités évoluent en fonction du temps et de la dose d'HE. La mortalité a démarré le premier jour, pour l'ensemble des concentrations. Généralement, le taux de mortalité noté au troisième jour a été significativement important à comparer au premier jour d'observation, et plus la concentration de l'HE était élevée, plus la mortalité augmentée.

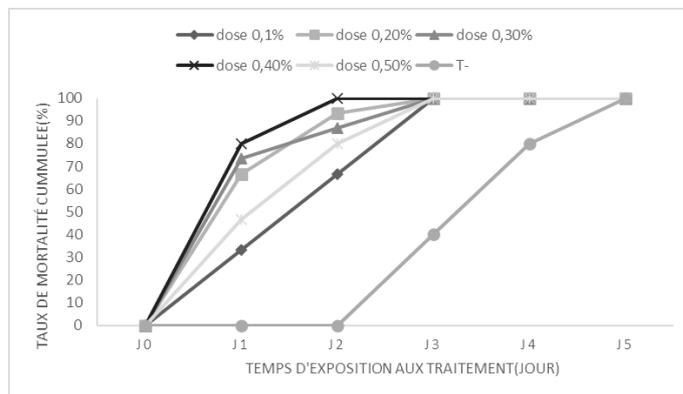


Fig. 1. Mortalités cumulées des adultes de *H. pruni* en fonction des différentes concentrations d'huile essentielle d'*A. sativum*.

Comparativement au témoin, les cinq doses choisies montrent un effet insecticide plus ou moins important après 72 heures de l'exposition. Le taux de mortalité de 33.33% a été estimé pour la dose 0.1%, 66.66% pour la dose 0.2%, 73.33% pour la dose 0.3%, 80% pour la dose 0.4% et 46.44% pour la dose 0.5%, en revanche la mortalité du témoin a été estimée à 40% après 72 heures de l'exposition.

Les pourcentages des mortalités corrigées des adultes du puceron en fonction du temps et de la dose de l'HE des bulbes d'*A. sativum* utilisés indique que les plus fortes doses (0.5%, 0.4%, 0.3%) occasionnent une mortalité totale (100%) des pucerons aux troisième jours suivi par les doses (0.1% et 0.2%) au quatrième jour de l'exposition (Figure 02).

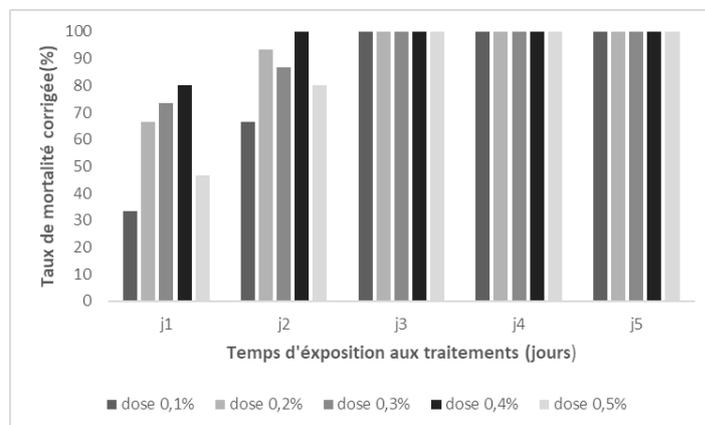


Fig. 2. Mortalités corrigées des adultes de *H. pruni* en fonction des différentes concentrations d'huile essentielle d'*A. sativum*.

Pour les huiles essentielles testées, les résultats des tests montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisées d'huile essentielle et de la durée d'exposition. D'après Kim *et al.* (2003), les effets toxiques des huiles essentielles dépendent du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition, il a été constaté que la lecture de la feuille d'ail a un effet néfaste sur la croissance et la survie de deux importants insectes homoptères ravageurs, *Lypaphiserysimi*, communément appelé puceron du navet et *Dysdercusculingulatus* (punaise rouge du coton) (Bandyopadhyay *et al.*, 2001). Ils ont rapporté que l'extrait d'ail était caractérisé par des composés plus polaires d'origine phénolique, stéroïdienne (glycosylés et flavonoïdes) qui montrent des propriétés pharmacologiques intéressantes (Hussein *et al.*, 2015). Les activités insecticide de l'A. sativum ont été démontrées par Ghanim et Abdel Ghani (2014) et Shiberu et Getu (2017).

### 3-3. Détermination de $DL_{50}$ et $DL_{90}$

La  $DL_{50}$  relative à l'huile essentielle d'A. sativum est de 1.59%. Cette  $DL_{50}$  explique la forte toxicité de l'H.E de la plante étudiée avec une efficacité plus élevée. La  $DL_{90}$  est de 4.31% (Figure 03).

Une corrélation positive a été obtenue entre les doses de l'huile essentielle et la mortalité corrigée enregistrée pendant les jours de comptage avec un coefficient de corrélation de 0,8.

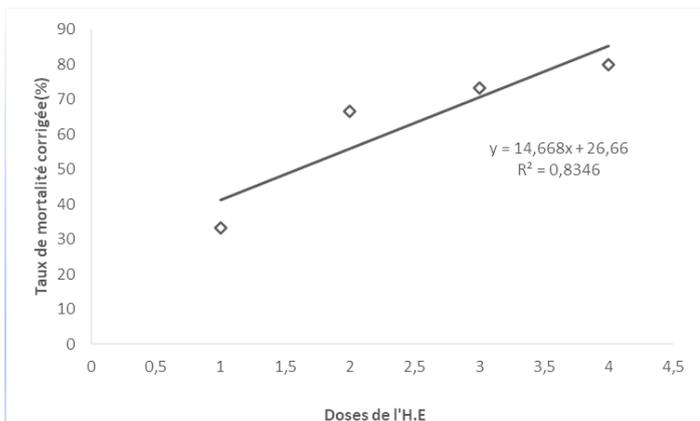


Fig. 3. L'Effet de l'H.E d'ail contre H.pruni : probits de mortalité corrigée en fonction des concentrations testées

## 4. Conclusion

L'évaluation in vitro de l'activité insecticide de H.E de l'A. sativum sur les adultes d'H.pruni révèle une sensibilité de ce bioagresseur au H.E. Les taux de mortalité enregistrés ont atteint les 100%. La  $DL_{50}$  et  $DL_{90}$  enregistrées étaient de 1,59 et 4.31%, respectivement.

Ce présent travail affirme que l'huile essentielle étudiée peut assurer une protection contre ce ravageur, et peut constituer une solution prometteuse comme source de bio-insecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la protection des cultures.

## Références

Bandyopadhyay S., Roy A. and Das, S. (2001). Binding of garlic (*Allium sativum*) leaf lectin to the gut receptors of homopteran pests is correlated to its insecticidal activity. *Plant science*.161, 5, 1025-1033.

- Bellows, T.S., Fisher, T.W. (1999). Handbook of Biological Control: Principles and Applications of Biological Control; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 60p.
- Blackman, R.L., Eastop, V.F. (2000). Aphids on the World's Trees: An Identification and Information Guide; Wiley and Sons: Chichester, NY, USA, 475p.
- Bontempo, P., Stiuso, P., Lama, S., Napolitano, A., Piacente, S., Altucci, L., Molinari, A.M., De Masi, L., Rigano, D. (2021). Metabolite Profile and In Vitro Beneficial Effects of Black Garlic (*Allium sativum* L.) Polar Extract. *Nutrients*. 13, 2771.
- Boonpeng, S., Siripongvutikorn, S., Sae-Wong, C., Sutthirak, P. (2014). The antioxidant and anti-cadmium toxicity properties of garlic extracts. *Food Sci. Nutr.* 2, 792-801.
- Bourgoin S., Gautier A. and Hamon M. (2017) : Yin and yang in serotonin: Its Janus roles in pain control mechanisms. 30 1 (2017) 35-56 publié en ligne : 16 février 2017 doi: 10.1007/s11724-017-0486-3.
- Brodeur, J., Boivin, G., Bourgeois, G., Cloutier, C., Doyon, J., Grenier, P., & Gagnon, A.È. (2013). Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. *OURANOS: Fond vert Québec*. 17-18.
- Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Tec & Doc. Lavoisier. Paris pp. 418-419.
- Busvine, J.R. (1981). Méthodes recommandées pour les mesures de la résistance des ravageurs aux pesticides. *Etude F.A.O : Production végétale et protection des plantes*. N : 21.
- El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., Wasef, L.G., Elewa, Y.H.A., Al-Sagan, A.A., Abd El-Hack, M.E., Taha, A.E., Abd-Elhakim, Y.M., Prasad Devkota, H. (2020). Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review. *Nutrients*, 12, 872.
- Ghanim, N.M., Abdel Ghani, S.B. (2014). Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. *Life Sci. J.* 11(3): 299-307.
- Hussein, N.M., Hussein, M.I., Gadelhak, S.H., Hammad, M.A. (2015). Effect of two Plant extracts and Four Aromatic Oils on *Tuta absoluta* Population and Productivity of Tomato Cultivar Gold Stone. *Nature Sci.* 12(7):108-118.
- Isman, M., & Seffrin, R. (2014). Natural Insecticides from the Annonaceae: A Unique Example for Developing Biopesticides. *Biology*, 3(4), 864-885. doi:10.3390/biology3040864.
- Khan, M.W.A., Otaibi, A.A., Alsukaibi, A.K.D., Alshammari, E.M., Al-Zahrani, S.A.; Sherwani, S., Khan, W.A., Saha, R., Verma, S.R., Ahmed, N. (2022). Biophysical, Biochemical, and Molecular Docking Investigations of Anti-Glycating, Antioxidant, and Protein Structural Stability Potential of Garlic. *Molecules* 27, 1868.
- Kim, D.O., Chang, Y., Lee, S., Weon, J. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums June. 81(3):321-326
- Lee, H.S., Lim, W.C., Lee, S.J., Lee, S.H., Lee, J.H., Cho, H.Y. (2016). Antiobesity effect of garlic extract fermented by *Lactobacillus plantarum* bl2 in diet-induced obese mice. *J. Med. Food* 19, 823-829.
- Lozier, J.D., Roderick, G.K., Mills, N.J. (2008). Tracing the invasion history of mealy plum aphid, *Hyalo pteruspruni* (Hemiptera: Aphididae), in North America: A population genetics approach. *Biol. Invasions* 2008, 11, 299-314.
- Martins, N., Petropoulos, S., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry*, 211, 41-50. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.135
- Matvievsky, A.S., Loshitsky, V.P., Tkachev V.M. (1987). Integrated Garden Protection; Urozhai: Kyiv, Ukraine. pp. 59-64.
- Petrovska, B., Cekovska, S. (2010). Extracts from the history and medical properties of garlic. *Pharmacogn. Rev.* 4, 106.

- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., Kundu, B. (2017). Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *J. Biosci. Bioeng.* 123, 308–313
- Shevchuk, I.V., Hrynyk, I.V., Kalenych, F.S., Hradchenko, S.I., Makovkin, I.M., Denysiuk, O.F., Polhorodnik, O.H., Savchenko I.M. (2021). Agroecological Systems of Integrated Protection of Fruits and Berries from Pests and Diseases; Sansparel: Kyiv, Ukraine, 188p.
- Shiberu, T., Emanu, Getu. E. (2017). Effects of crude extracts of medicinal plants in the management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory and glasshouse conditions in Ethiopia. *Journal of Entomology and Nematology*, 9(2), 1.
- Steglinska, A., Bekhter, A., Wawrzyniak, P., Kunicka-Styczyńska, A., Jastrzabek, K., Fidler, M., Smigielski, K., Gutarowska, B. (2022). Antimicrobial Activities of Plant Extracts against *Solanum tuberosum* L. Phytopathogens. *Molecules* 27, 1579.
- Subramanian, M.S., Nandagopal, G.M.S., Nordin, S.A., Thilakavathy, K., Joseph, N. (2020). Prevailing knowledge on the bioavailability and biological activities of Sulphur compounds from Alliums: A potential drug candidate. *Molecules* 25, 4111.
- Woods-Panzaru, S., Nelson, D., McCollum, G., Ballard, L.M., Millar, B.C., Maeda, Y., Goldsmith, C.E., Rooney, P.J., Loughrey, A., Rao, J.R. (2009). An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents described in traditional Ulster cures and remedies. *Ulst. Med. J.* 78, 13.

## L'arganier (*Argania spinosa*): Vertus et bienfaits de l'arbre miracle du désert.

CHAALEL Abdelmalek<sup>1\*</sup>, TEFIANI Choukri<sup>2</sup>, BOUKEZZOULA Nawal<sup>1</sup>, ARIDJ Taleb<sup>1</sup> et RIAZI Ali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire des Microorganismes bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé (LMBAFS), BP 188, département de Sciences Alimentaire, faculté de Science de la Nature et de la Vie, université Abdelhamid Ibn Badis.

<sup>2</sup> Faculté SNV/STU. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen. .

### ARTICLE INFO

#### Mots clés:

*Argania spinosa*,  
Phytochimie,  
Vertus thérapeutiques,  
Valeur nutritive

### R É S U M É

Les plantes médicinales ont été largement utilisées depuis l'Antiquité pour leurs propriétés thérapeutiques, attribuables à la présence de métabolites secondaires bioactifs. Ces métabolites sont accumulés dans différents organes et parfois dans des cellules spécialisées de la plante. Les polyphénols, alcaloïdes, terpènes et autres métabolites secondaires ont été identifiés comme ayant des activités biologiques, offrant une alternative naturelle aux antibiotiques résistants et aux antioxydants synthétiques toxiques. Les études récentes ont confirmé l'efficacité de ces métabolites secondaires dans le traitement des maladies humaines. L'arganier est une source riche en polyphénols, des composés naturels présents dans les plantes. Ces polyphénols sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anti-cancer. Les polyphénols de l'arganier ont été identifiés comme ayant des effets bénéfiques pour la santé, tels que la réduction du risque de maladies cardiovasculaires, le maintien d'un taux de sucre sanguin normal et la protection contre les dommages causés par les radicaux libres.

### 1. Historique

Selon Nouaim et al. (1991), l'arganier (*Argania spinosa* L.) est considéré comme une espèce relictuelle de la flore tertiaire ayant une aire de distribution passée plus large qu'actuellement. Les études antérieures ont indiqué que les glaciations ont conduit à un déplacement de l'arganier vers le Sud de l'Afrique du Nord, où il s'est maintenu et s'étendait sur plus de 1.500.000 ha au début de notre ère (Monnier, 1965). La distribution de l'arganier en Algérie n'a été établie que récemment, à travers des observations successives dans le Sahara nord-occidental algérien entre avril 1999 et avril 2007, dans le but de cartographier son aire de répartition (Kaabèche et al., 2010).

### 2. Description et classification botanique de l'arganier

L'arganier (*Argania spinosa* L.) est un arbre oléagineux épineux,

pouvant atteindre une hauteur de 8 à 10 m selon les conditions écologiques. Sa cime dense, étalée et arrondie, repose sur un tronc vigoureux et court, dont l'écorce est rugueuse et craquelée en "peau de serpent". Cette particularité permet aux chèvres de grimper dans la couronne pour se nourrir des feuilles et des fruits, entraînant souvent une réduction de la taille de l'arbre à un état de buisson médiocre (7 à 10 m). Ces caractéristiques morphologiques de l'arganier ont été décrites par Kechairi & Benmahioul (2019) et Kechairi et al. (2017).

La systématique de l'arganier selon M'HIRIT et al. (1998) est comme suit :

- Embranchement : Phanérogame.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous classe : Gamopétales.
- Ordre : Ebénales.

\*Corresponding author.

E-mail address: [abdelmalek.chaalet@univ-mosta.dz](mailto:abdelmalek.chaalet@univ-mosta.dz)

Received 27 October 2022; Received in revised form 28 February 2023;

Accepted 01 March 2023

- Famille : Sapotacées.
- Genre : *Argania*.
- Espèce : *Argania spinosa* L.

L'arganier est un arbre très résistant à la chaleur et à l'aridité ce qui fait de lui un arbre bien adapté aux zones arides et au désert. Il peut supporter des températures allant jusqu'à 50°C. Grâce à son système racinaire puissant, l'arganier maintient les sols, entretient leur fertilité et les protège contre l'érosion hydrique (Adlouni, 2010).

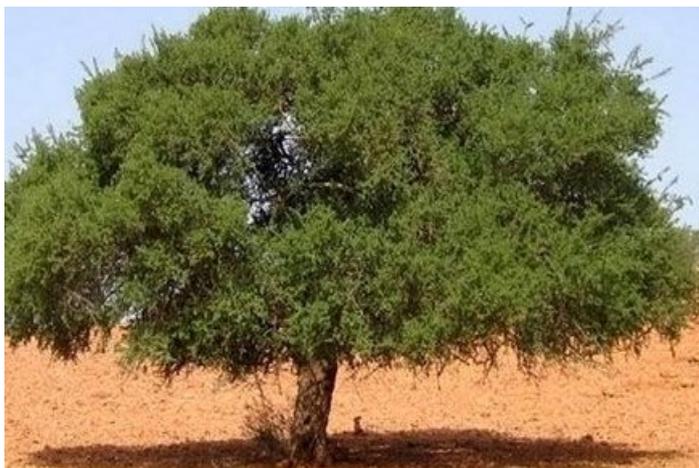


Fig. 1. L'arbre Arganier (Algérie presse service, 2021) .

Les feuilles alternes, souvent réunies en fascicules, de couleur vert sombre à la face supérieure et plus claire en dessous, glabres, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales ramifiées et très fines. Les feuilles d'arganier sont sub-persistantes même pendant la période de sécheresse (Adlouni, 2010).

La fleur de l'arganier est monoïque (hermaphrodite), pentamère, constituée en glomérules localisés au niveau des entrenœuds et à l'aiselle des feuilles et pouvant être composés de 15 fleurs et plus. Celles-ci sont blanches à jaune verdâtre. Le calice de la fleur est composé de cinq sépales pubescents succédant à deux bractées. La corolle, en cloche, est formée de cinq pétales obtus et arrondis. La floraison a lieu en Mai-Juin et conduit à des fruits qui deviennent matures vers septembre (Adlouni, 2010).

Le fruit de l'arganier est une drupe dont la couleur à maturité vire vers le jaune ou le rouge. Il présente six formes différentes : fusiforme ; ovale apiculée, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Sa taille varie de 1 à 5 cm.

Le fruit de l'arganier est formé d'un péricarpe charnu qui couvre un noyau très dur (ou noix), représentant environ un quart du poids du fruit frais (Figure 2) (Adlouni, 2010).



Au

Fig. 2. Fruit de l'Arganier (Badreddine, 2016) .

centre du fruit se trouve une noix constituée d'une à trois amandes albuminées et huileuses renfermant jusqu'à 55% d'huile (Figure 3). A maturation, le fruit prend une couleur jaune ou jaune-brun clair en fonction des arbres. La couleur sombre se développe après abscission.

L'huile d'argan est extraite à partir de cette amande, ce qui donne



Fig. 3. La noix (graine) avec amande d'arganier (Badreddine, 2016).

une huile comestible et un tourteau (Hilali et al., 2020).

Le bois de l'arganier est de nature très dure et compacte, de densité variant de 0,9 à 1, appelé bois de fer, de couleur blanc-jaunâtre. Il est utilisé comme bois de chauffage (Jaccard, 1926).

Les racines de l'arganier sont très profondes dans le sol (jusqu'à 30 m de profondeur), ce qui lui permet ainsi la récupération des eaux à partir de couches profondes, et c'est pour cette raison que l'arganier s'adapte parfaitement aux climats semi-arides et arides.

L'huile d'argan est une essence forestière parmi les plus originales et remarquables de l'Afrique du Nord par son intérêt botanique ainsi que par ses usages multiples à caractère écologique et socio-économique.

L'huile d'argan est d'une excellente valeur alimentaire. Elle est comestible et d'un goût agréable, elle possède des propriétés très intéressantes puis qu'elle est constituée de 80% d'acides gras insaturés ainsi qu'une bonne proportion d'acide linoléiques, tous ces constituants en font une huile très recherchée, vendue nettement plus chère que l'huile d'olive en raison de sa rareté et des nombreuses heures de travail nécessaires pour sa production.

### 3. Valeurs nutritives

Plusieurs études ont été réalisées sur l'huile d'argan, ce n'est que durant les années 90 que cette filière a obtenue sa juste valeur, grâce à la découverte des propriétés extraordinaires de cette huile, à savoir vertus alimentaires, cosmétiques ainsi que thérapeutiques. Afin d'améliorer les méthodes traditionnelles d'extraction de l'huile

Plusieurs études ont été menées sur l'huile d'argan pour évaluer ses propriétés bénéfiques, notamment en tant qu'aliment, produit cosmétique et traitement thérapeutique. Au cours des années 90, cette filière a finalement reçu la reconnaissance qu'elle méritait grâce à la découverte de ses propriétés extraordinaires. Pour améliorer les méthodes traditionnelles d'extraction de l'huile d'argan, de conservation et de conditionnement, plusieurs études ont été réalisées sur la valorisation de l'arganier.

Matthaus et al. (2010) ont étudié les effets des procédés sur la qualité sensorielle et la stabilité de l'huile comestible d'argan pendant le stockage. Ils ont constaté que l'huile d'argan produite à partir de graines légèrement grillées et pressées mécaniquement ne présentait aucun attribut sensoriel négatif et se caractérisait par une stabilité de stockage maximale par rapport à l'huile produite à partir de graines non grillées et pressées mécaniquement, ainsi qu'à l'huile produite à partir de graines grillées et pressées à la main.

En ce qui concerne le problème d'oxydation, il a été observé que la détérioration la plus rapide se produit pour les huiles obtenues par pressage mécanique à partir d'amandes d'argan non torréfiées, suivies par celles produites selon des méthodes traditionnelles. Toutefois, les huiles obtenues par pressage mécanique à partir d'amandons torréfiés sont les moins sujettes à l'oxydation.

#### 4-1. Intérêt socio-économique

L'arganier (*Argania spinosa* L.) est un arbre multi-usages de grande importance pour les populations locales vivant dans l'Arganerais, une région semi-aride du Maroc. Toutes les parties de l'arganier sont utilisables, ce qui en fait une source de revenu et de nourriture pour la population locale. La production d'huile d'argan, par exemple, est une activité alimentaire importante pour de nombreux petits ruminants tels que les caprins et les ovins, et elle est considérée comme une source de subsistance permanente pour des centaines de milliers d'autochtones. En termes de production, l'Arganerais présente une triple vocation : forestière, pastorale et fruitière, contribuant ainsi de manière significative au développement socio-économique de la région.

#### 4-2. Intérêt biologique et diététique

L'huile d'argan est une source riche en matières grasses oléiques et linoléiques, qui contiennent environ 80% d'acides gras insaturés facilement assimilables et digestibles par l'organisme humain. La proportion d'acides gras dans l'huile d'argan dépasse celle du lait maternel (qui contient seulement 10% d'acide linoléique), ainsi que celle du lait de vache, de la viande et du poisson. L'acide linoléique, qui représente environ 34% de l'huile d'argan, est impliqué dans la synthèse des prostaglandines, des hormones qui régulent les échanges membranaires et jouent un rôle important dans la perméabilité de la peau.

Cet arbre possède des propriétés écologiques et physiologiques spéciales, il est le seul pratiquement adapté parfaitement aux régions arides et semi-arides où il pousse. Dans ces zones, l'arganier est pratiquement irremplaçable par son action conservatrice des sols et des pâturages, la lutte contre l'érosion et la désertification, la protection de la biomasse tout en assurant ses besoins à travers les phénomènes (évaporation, condensation) ainsi que la contribution à l'alimentation de la nappe phréatique.

Grâce aux racines de cet arbre, qui peuvent atteindre plusieurs mètres de long, ils participent à la préservation et la fixation des sols

qu'ils enrichissent par ailleurs en matières organiques issus des feuilles mortes.

## 5. Phytochimie

### 5-1. Composition de l'huile d'argan

Elle est composée d'une fraction glycérique (99 %), constituée essentiellement de triglycérides ainsi qu'une d'une fraction insaponifiable (1 %) (AFSSA, 2002).

**5-1-1. Les triglycérides:** L'huile est distinctement insaturée : les acides gras qu'elle contient sont de type mono et polyinsaturés et ils représentent environ 80 % des acides gras totaux. Les quatre acides gras dominant dans l'huile d'argan sont :

- L'acide oléique représentant environ 45 % des acides gras - l'acide linoléique (C 18:2 n-6) représentant environ 35 %
- l'acide palmitique représentant environ 12 %
- l'acide stéarique présent environ à hauteur de 5 %

Les autres acides gras sont à l'état de traces (AFSSA, 2002).

### 5-1-2. La fraction insaponifiable comprend

- Du squalène (321 mg/100 g)
- Des hydrocarbures avec des carotènes : environ 37,5 % - des tocophérols : 7,5 % .
- Des méthylstéroïls avec des stéroïls : environ 20 % - des xanthophylles : 6,5 %
- Des alcools triterpéniques : environ 20%, La fraction triterpénique est composée essentiellement de cinq alcools triterpéniques : le butyrospermol, le turicallol et la bêta-amyrine (ces trois alcools triterpéniques sont les plus abondants), le lupéol et le 24-méthyle nencycloartanol (un dérivé du cycloartanol).

La fraction stérolique est composée essentiellement de quatre stéroïls dérivés du stigmastane, principalement du spinastérol et du schottérol (environ 88 % de cette fraction stérolique à eux deux), ainsi que du delta 7-avénastérol et du stigmasta-8,22-diène-3-béta-ol en proportion moindre (AFSSA, 2002).

### 5-1-3. Dérivés phénoliques

L'huile d'argan est riche en tocophérols, également connus sous le nom de vitamine E, qui sont responsables de la principale activité de la vitamine E. Les tocophérols dominants dans l'huile d'argan sont l'alpha tocophérol (7 %) et le gamma tocophérol (75 %), ce qui en fait une importante source de vitamine E. La quantité totale de tocophérols dans l'huile d'argan est estimée à 66 mg/100 g. En outre, les phénols simples tels que l'acide vanillique, l'acide férulique, le tyrosol et l'acide syringique, contenus dans l'huile d'argan, appartiennent à la classe des phénols. La concentration totale de ces phénols simples est généralement inférieure à 4 mg/kg d'huile d'argan, selon l'AFSSA en 2002.

**5-1-4. Sept saponines (triterpéniques et bidesmosidiques):** ont été isolées et identifiées, et les Cinq autres sont de nouvelles substances naturelles.

La pulpe de l'arganier est riche en glucides et en protides, l'alpha-amyrine, la bêta-amyrine et le lupéol (AFSSA, 2002).

L'étude de la fraction flavonoïdique des feuilles de l'arganier a révélé la présence de la quercitrine, de la myricétine ainsi que leurs hétérosides.

## 6. Vertus thérapeutiques

L'huile d'argan possède de nombreuses propriétés bénéfiques pour la peau, les cheveux et les ongles, notamment des propriétés protectrices, adoucissantes, cicatrisantes et nettoyantes. Elle est également réputée pour ses propriétés anti-âge, anti-inflammatoires et analgésiques en médecine traditionnelle. L'acide linoléique qu'elle contient est essentiel pour prévenir l'infarctus du myocarde et réduire le taux de cholestérol. Par ailleurs, sa teneur en polyphénols est associée à la prévention du cancer de la prostate. En outre, elle est considérée comme bénéfique pour stimuler les capacités cérébrales, prévenir les risques de fausse-couche et stimuler la production de sperme. De nombreuses études ont été menées pour confirmer les propriétés bénéfiques de l'huile d'argan, notamment Hilali et al. (2020), Idm'hand et al. (2020), Hanana et al. (2018), Khallouki et al. (2017), Lizard et al. (2017), El Abbassi et al. (2014), El Youbi et al. (2010), Monfalouti et al. (2010), Bennani et al. (2007), Moukal (2004) et Charrouf (2002).

### 6-1. Utilisation médicinale traditionnelle

Depuis longtemps, l'huile d'argan est utilisée pour ses bienfaits, aussi bien en alimentation qu'en cosmétique. Elle était déjà appréciée par les médecins égyptiens célèbres pour ses vertus aphrodisiaques. Elle est également réputée pour ses propriétés préventives contre les vergetures chez la femme enceinte, ainsi que pour stimuler la production de sperme et prévenir les risques de fausses couches. En médecine traditionnelle, elle est recommandée pour soulager différents maux tels que les rhumatismes, les douleurs articulaires, la varicelle, la surdité chronique, les h moroïdes, etc. Dans le passé, elle était utilisée comme remède pour lutter contre la lèpre, la grippe et les irritations de la peau comme l'eczéma, les gerçures, les brûlures et la teigne. Elle est également utilisée comme désinfectant pour les blessures. L'huile d'argan est considérée comme un excellent produit pour nourrir, hydrater, activer et régénérer la peau. Elle est connue pour son effet anti-rides et pour aider à prévenir le dess chement cutané et le vieillissement physiologique de la peau. Elle est également recommandée pour traiter l'acné juvénile, la varicelle et les rhumatismes, et pour ses propriétés hypocholestérolémiantes, elle est conseillée chez les patients présentant des risques d'ath roscl roses. Plusieurs effets biologiques de cette plante ont été rapportées (Monfalouti et al., 2010), elle possède une multitude de propriétés, parmi les quelles on peut citer:

- Anti-inflammatoire,
- Hypoglyc mique,
- Antiradicalaire et antioxydante,
- Hypocholest rol miantes,
- Antitumorale et cytotoxique,
- Antiprolif rative (cancer de la prostate humaine)

## 7. Conclusion

L'arbre d'arganier, est un témoin privilégié des vicissitudes paléoclimatiques qui ont affecté le Sahara nord-occidental depuis l'ère tertiaire jusqu'à nos jours. Cet arbre, constitue un élément écologique qui se caractérise par des qualité exceptionnelles, par sa parfaite adaptation des région arides et semi-arides.

Cependant, cet arbre miracle du Sahara en plus de son importance d'ordre écologique, il possède plus de valeur et d'importance d'ordre économique, par la production d'huile d'argan au vertu multiple à savoir, propriétés thérapeutique, culinaires et cosmétiques.

En raison de sa rareté et sa régression, sa protection et valorisation est essentielle surtout pour l'utiliser dans la lutte contre la désertification et l'érosion du sol, et sa gestion représentent un enjeu majeur en vue de l'utilisation de la biodiversité dans le cadre du développement durable de certaines régions du désert en particulier du sud ouest algérien et au Maroc. Actuellement plusieurs efforts ont été fait pour préserver cet arbre et le valoriser par son implantation au nord algérien en particulier dans la région de Mostaganem.

## Références

- ALGERIE PRESSE SERVICE, (2021). Valorisation de l'arganier   Tindouf : diverses opérations en cours de concrétisation.
- Adlouni A. (2010). L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. *Phytothérapie* 8, 89-97.
- AFSSA. (2002). Rapport relatif à l'équivalence en substance de l'huile d'argan (*Argania spinosa* L. Skeels) avec d'autres huiles alimentaires conformément à l'article 5 du règlement CE 258/97 relatif aux nouveaux aliments et nouveaux ingrédients. 8 p.
- Badreddine A. (2016). Préparation et d'extraits d'*Argania spinosa* et d'huile d'Argan et évaluation de leurs effets neuroprotecteurs in vivo et in vitro. Thèse de doctorat en cotutelle en biochimie, biologie cellulaire et moléculaire, Université HASSAN I – Settat – Maroc et Université de Bourgogne Franche-Comte – Dijon – France, Pp 07.
- Baumer M & L. Z raia. (1999). La plus continentale des stations de l'arganier en Afrique du Nord. *Rev. For. Française*, 51 (3), 446-452.
- Bennani H., Drissi A., Giton F., Kheuang L., Fiet J., and Adlouni A. (2007). Antiprolif rative effect of polyphenols and sterols of virgin argan oil on human prostate cancer cell lines. *Cancer Detection and Prevention*, 31 (1):64-69.
- Boudy P. (1950). Economie forestière nord-africaine (monographies et traitements des essences forestières), Tome II (1), Larose. Pp : 382-416.
- Charrouf Z. (2002). "L'huile d'Argan. Une prodigieuse vitalit  n e au bord du désert". In *Esp rance médicale*, V.9, N 87.
- El Abbassi A., Khalid N., Zbakh H and Ahmad A. (2014). Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(11):1401-1014.
- El Youbi., AEH., Bousta D., Ouahidi I and Aarab L. (2010). Criblage pharmacologique primaire d'une plante endémique originaire du Sud Marocain (*Tetraena gaetula* [Emb. and Maire] Beier and Thulin). *Comptes Rendus Biologies*, 333(10) : 736-743.
- Emberger L. (1938). Les arbres du Maroc et comment les connaître. Paris, Larousse. pp (271-277).
- Hachmi M., Qarro M., Sesbou A., Sabir M et Charif S. (2011). Analyse de la filière "huile d'argan" au niveau de la zone forestière d'Amsitten dans la région d'Essaouira. *Actes du Premier Congrès International de l'Arganier*, 12: 475-486.
- Hanana M., Mezghenni H., Ben Ayed R., Ben Dhiab A., Jarradi S., Jamoussi B and Hamrouni L. (2018). Nutraceutical potentialities of Tunisian Argan oil based on its physicochemical properties and fatty acid content as assessed through Bayesian network analyses. *Lipids in Health and Disease*, 17(1): 138.
- Hilali M., El Monfalouti H and Kartah BE. (2020). Evaluation of the chemical composition of Argan (*Argania spinosa* L.) oil according to its extraction method, origin of production and altitude. *Online J. Anim. Feed Res.*, 10(3): 111-118.
- Idm'hand E., Msanda F and Cherifi K (2020). Ethnopharmacological review of medicinal plants used to manage diabetes in Morocco. *Clinical Phytoscience*, 6: 18.

- Jaccard P. (1926). "L'Arganier Sapotaceae oléagineuse du Maroc", *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 203-209.
- Kaabèche M., Benkheira A et Foucault B. (2010). L'arganeraie d'Algérie: structure, écologie, syntaxonomie, dynamique. *Acta Bot. Gallica*, vol. 157 (3) : 563-572.
- Kechairi R & Benmahioul B. (2019). Behaviour of the argan seedling (*Argania spinosa* L. Skeels, sapotaceae) in southwestern Algeria (Tindouf, Bechar and Adrar). *International Journal of Environmental Studies* Volume 76, Issue 5.
- Kechairi R., Mohammed O S & Benmahioul B. (2017). Etude comparative de deux plantations d'*Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) dans le Sahara Occidental Algérien (Tindouf et Adrar), 75(2):294-308.
- Khallouki F., Eddouks M., Mourad A., Breuer A and Owen RW. (2017). Ethnobotanic, ethnopharmacologic aspects and new phytochemical insights into moroccan argan fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(11): 2277.
- Lizard G., Filali-Zegzouti Y and Midaoui AE. (2017a). Benefits of argan oil on human health-may 4-6 2017, Errachidia, Morocco. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(7):1383.
- Matthaus B., Guillaume D., Gharby S., Haddad A., Harhar H et Charrouf Z. (2010). Effect of processing on the quality of edible argan oil. *Food Chemistry*, 120 : 426-432.
- M'hirit O. (1989). L'arganier une espèce fruitière forestière à usage multiple. In : Formation forestière continue, thème « l'Arganier », Station de recherches forestière, Agadir, 13-17 mars : 31-57.
- Monfalouti H.E., Guillaume D., Denhez C and Charrouf Z. (2010). Therapeutic potential of argan oil: a review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*,.62: p. 1669-1675.
- Monnier Y. (1965). Les problèmes actuels de l'arganeraie marocaine. *Revue Forestière Française*. N° 17. Pp : 750-767.
- Moukal A. (2004). L'Arganier, *Argania spinosa* L.(Skeels), usage thérapeutique, cosmétique et alimentaire. *Phytothérapie*, 2(5), 135-141.
- Nouaim R., et Piltier. J.P., EL Aboudi. A., Schnabel C et Chaussodr. (1991). L'arganier: essai de connaissances sur cet arbre. In: *Physiologie des arbres et des arbustes en zones arides et semi-arides*, Groupe d'étude de l'arbre Paris. Pp : 389-403.
- Rahmani M. (2005). Composition chimique de l'huile d'argan « vierge » *Cahiers Agriculture*, (14) : 461-465.