



Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security : extended abstracts and papers

M. El Moujabber, Hatem Belhouchette, M. Belkhodja, P. Kalaïtzis, R. Cosentino, W. Occhialini

► To cite this version:

M. El Moujabber, Hatem Belhouchette, M. Belkhodja, P. Kalaïtzis, R. Cosentino, et al.. Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security : extended abstracts and papers. 2. MEDFORUM 2018, Sep 2018, Bari, Italy. 124, CIHEAM-IAMB, pp.197, 2020, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, 978-2-85352-599-2. <hal-03046062>

HAL Id: hal-03046062

<https://hal.science/hal-03046062v1>

Submitted on 30 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

**Research and innovation as tools for sustainable
agriculture, food and nutrition security
MEDFORUM 2018
Bari, Italy, 18-20 September 2018**

Extended abstracts and papers

Editors: Maroun El Moujabber, Hatem Belhouchette,
Ramzi Belkhodja, Panagiotis Kalaitzis

Compilers: Roberta Cosentino, Wanda Occhialini

OPTIONS
méditerranéennes



2nd Mediterranean Forum
for PhD Students and Young Researchers
Research and Innovation as Tools for Sustainable
Agriculture, Food and Nutrition Security



CENTER for MEDITERRANEAN
INTEGRATION CENTRE
مركز للتكامل المتوسطي



Union for the Mediterranean
Union pour la Méditerranée
الاتحاد من أجل المتوسط



With the technical
collaboration of



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

OPTIONS
méditerranéennes

**SERIES A: Mediterranean Seminars
2020 - Number 124**



CIHEAM

CIHEAM

**Centre International de Hautes Etudes
Agronomiques Méditerranéennes**

**International Centre for
Advanced Mediterranean Agronomic Studies**

**Président / President: Mohammed SADIKI
Secrétaire Général / Secretary General: Plácido PLAZA**

11, rue Newton, 75116 Paris, France
Tél.: +33 (0) 1 53 23 91 00 - Fax: +33 (0) 1 53 23 91 01 / 02
secretariat@ciheam.org
www.ciheam.org

Le Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) a été créé, à l'initiative conjointe de l'OCDE et du Conseil de l'Europe, le 21 mai 1962. C'est une organisation intergouvernementale qui réunit aujourd'hui treize Etats membres du bassin méditerranéen (Albanie, Algérie, Egypte, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Malte, Maroc, Portugal, Tunisie et Turquie).

Le CIHEAM se structure autour d'un Secrétariat général situé à Paris et de quatre Instituts Agronomiques Méditerranéens (IAM), localisés à Bari (Italie), Chania (Grèce), Montpellier (France) et Saragosse (Espagne).

Avec au cœur de son action trois missions fondamentales (formation, recherche, coopération), le CIHEAM s'est progressivement imposé comme une référence dans ses domaines d'activité : l'agriculture, l'alimentation et le développement rural durable en Méditerranée.

Founded in 1962 at the joint initiative of the OECD and the Council of Europe, the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) is an intergovernmental organisation comprising thirteen member countries from the Mediterranean Basin (Albania, Algeria, Egypt, France, Greece, Italy, Lebanon, Malta, Morocco, Portugal, Spain, Tunisia and Turkey).

CIHEAM is made up of a General Secretariat based in Paris and four Mediterranean Agronomic Institutes (MAI) located in Bari (Italy), Chania (Greece), Montpellier (France) and Zaragoza (Spain).

In pursuing its three central missions (education, research and cooperation), CIHEAM has become a reference in its fields of activity: Mediterranean agriculture, food and sustainable rural development.

IAM Instituts Agronomiques Méditerranéens Mediterranean Agronomic Institutes Bari - Chania - Montpellier - Zaragoza

IAM-Bari

Dir.: Maurizio RAELI
Via Ceglie, 9
70010 Valenzano, Bari, Italy
Tel.: (+39) (080) 4606 111 - Fax: (+39) (080) 4606 206
iamdir@iamb.it
www.iamb.it

IAM-Montpellier

Dir.: Pascal BERGERET
3191, Route de Mende
34093 Montpellier Cedex 5, France
Tel.: (+33) (0)4 67 04 60 00 - Fax: (+33) (0)4 67 54 25 27
pascal.bergeret@iamm.fr et/and sciuto@iamm.fr
www.iamm.fr

IAM-Chania

Dir.: Giorgios BAOURAKIS
P.O. Box 85
73100 Chania, Crete, Greece
Tel.: (+30) 28210 35000 - Fax: (+30) 28210 35001
baouraki@maich.gr
www.maich.gr

IAM-Zaragoza

Dir.: Javier SIERRA
Avda. Montañana, 1005
50059 Zaragoza, Spain
Tel.: (+34) 976 716000 - Fax: (+34) 976 716001
iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

Les opinions, les données et les faits exposés dans ce numéro sont sous la responsabilité des auteurs et n'engagent ni le CIHEAM, ni les Pays membres.

Opinions, data and information presented in this edition are the sole responsibility of the author(s) and neither CIHEAM nor the Member Countries accept any liability therefor.

Research and innovation as tools for sustainable
agriculture, food and nutrition security

MEDFORUM 2018

Bari, Italy, 18-20 September 2018

Extended abstracts and papers

Editors: Maroun El Moujabber, Hatem Belhouchette,
Ramzi Belkhodja, Panagiotis Kalaitzis

Compilers: Roberta Cosentino, Wanda Occhialini

OPTIONS

méditerranéennes

Head of publication: Placido Plaza

2020

Series A: Mediterranean Seminars

Number 124



Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies

L'édition technique, la maquette et la mise en page de ce numéro d'Options Méditerranéennes ont été réalisées par l'Atelier d'Édition de l'IAM de Bari (CIHEAM)

Technical editing, layout and formatting of this edition of Options Méditerranéennes was by the Editorial Board of MAI Bari (CIHEAM)

Crédit photo de couverture / *Cover photo credits* :
CIHEAM Bari Archives, 2018

Available only in electronic version

Fiche bibliographique / *Cataloguing data* :

M. El Moujabber, H. Belhouchette, R. Belkhodja, P. Kalaitzis (eds.) ; R. Cosentino, W. Occhialini (comps.). *Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security. MEDFORUM 2018. Bari, Italy, 18-20 September 2018. Extended abstracts and papers.* - Bari: CIHEAM, 2020. – 197 p. (*Options Méditerranéennes*, Série A : Mediterranean seminars, No. 124).

Catalogue des numéros d'Options Méditerranéennes sur /
Catalogue of Options Méditerranéennes issues on :
om.ciheam.org

ISSN : 1016-121X – ISBN : 978-2-85352-599-2 © CIHEAM, 2020

Reproduction partielle ou totale interdite
sans l'autorisation du CIHEAM

Reproduction in whole or in part is not permitted

Contents

Foreword	9
Presentation	11

First part

Extended abstracts

The problem of water in Libya - <i>Jamal Ali Mohamed Ehdadan</i>	15
New findings on the putative causal agent/s of the emerging cachexia like disease threatening the citrus industry in Egypt - <i>Arafat Hanani, Khalid Djelouah, Ines Draius, Mohga Khater, Anna Maria D'Onghia</i>	17
Activity of biochar on the effectiveness and persistence of some insecticides against <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval) on cotton plants - <i>Ghada N. El-Masry, Oiva Niemeläinen, El-Zahi S. El-Zahi, Magdy M. Mohamed, Kari Tiilikkala</i>	18
Assessment of water productivity in the arid environment. Case of citrus in Souss region, Morocco - <i>Moulay Hicham El Omari, Mohamed Fallah</i>	19
Crop Water Requirements estimation from open satellite and agro-meteorological data - <i>Giuseppe Peschechera, Umberto Fratino</i>	20
Insecticidal activity of bio-oils and biochar as pyrolysis products and their combination with microbial agents against <i>Agrotis ipsilon</i> (Lepidoptera: Noctuidae) - <i>Atef M.M. Sayed, Robert W. Behle, Kari Tiilikkala, Steven F. Vaughn</i>	22
Integrated Pest Management system within urban agriculture - <i>Zilal Suleiman-Alkadour</i>	23

Second part

Papers

Evaluation des composés phénoliques et des activités antioxydantes des figues (<i>Ficus carica</i> L.) - <i>Fateh Aljane</i>	27
Producing beef meat under hard livestock conditions by crossing cattle with Belgian Blue-White breed. Preliminary study - <i>Lynda Allouche, Toufik Madani, Mohamed Mechmeche, Allaoua Bouchemal</i>	32

Seedling VOCs induce host preference in <i>Bagrada hilaris</i> Burmeister - Mokhtar Abdulsattar Arif, Salvatore Guarino, Ezio Peri, Stefano Colazza	36
Cultural landscapes for water management. A research work plan - Stefano Basso	41
L'utilisation des sucres de commerce pour lutter contre le carpocapse des pommes et des poires (<i>Cydia pomonella</i> L.) dans la région de Lambiridi (Wilaya de Batna, Algérie) - Imene Brahim, Nadia Lombarkia	46
Stratégies d'adaptations de la culture du blé dur face aux changements climatiques futurs en Algérie: 1- Gestion des semis - Nacira Chourghal, Frédéric Huard	54
Trapping methodologies for functional canopy arthropod diversity in olive agroecosystem - Anastazija Dimitrova, Ioannis Livieratos, Vasileios Gkisakis	60
Analysis and diagnosis of nitrogen nutrition in durum wheat for the design of a nitrogen fertilizer grid in the semi-arid region - Chadda Douniazed, Halitim Amor	67
Innovative agriculture and sustainable food production. Applications of the Aquaponics system - Simona Giordano	75
Agriculture traditionnelle et agrodiversité dans les oasis du Sud du Maroc : cas des oasis de la région Drâa-Tafilalet - Mhammad Houssni, Mohamed El Mahroussi, Hasnae Ben Sbih, Mohamed Kadiri, Mohammed Ater	82
Influence of sprouting bioprocess on durum wheat (<i>Triticum durum</i>) prebiotic properties - Sarra Jribi, Otilia Tamara Antal, Zoltan Fustos, Greta Papai, Zoltan Naar, Oussema Kheriji, Hajer Debbabi	89
L'étoffe "Ouabri" en poils de dromadaire de la région de Djelfa-Algérie. Une filière essentielle pour la sécurité alimentaire - Amel Kanoun-Meguelliati, Mohamed Kanoun, Johann Huguenin, Mohamed Saadaoui, Ahmed Bellahrache	95
Study of the efficiency of a hybrid pumping system (photovoltaic/ electric) for better rural setting management - Naima Mebrek, Mohamed Toufik Bouziane, Fatma Demnati, Abd Elhak Nemdil	101
Allelopathic potential of <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. on the germination and growth of durum wheat (<i>Triticum durum</i> Desf.) - Zohra Melakhessou, Fatma Demnati, Mohamed Ridha Demes	109
Est-ce que les plantations de palmiers dattiers (PPD) et l'oasification peuvent être utilisées comme moyen de lutte contre la désertification et l'ensablement dans les zones arides? - Ali Mihi, Nacer Tarai	117

Rotting fungi of pomegranate fruit from southern Italy. Symptoms, fungal characterization, and pathogenicity - Annamaria Mincuzzi, Antonio Ippolito, Simona Marianna Sanzani	133
Evaluation des facteurs structurels d'insécurité alimentaire pour une bonne gouvernance au Maroc: Cas du blé tender - Kawtar Rerhrhaye	137
Transformations spatiales et dynamiques socio-environnementales de l'oasis de Ouargla (Algérie) - Abdelkader Salhi	144
Gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc. Défis et opportunités - Larbi Toumi, Mohamed El Amrani	156
Anti-bacterial and anti-adherence activity of <i>Enterococcus</i> spp. against <i>Staphylococcus aureus</i> CECT 976 - Mariem Zanzan, Fouad Achemchem, Fatima Hamadi, Hassan Latrache, Abdelkhaleq Elmoslih, Khadouj Amzil, Rachida Mimouni	162
Une agriculture durable au service d'une alimentation durable. Culture de l'olivier dans la steppe algérienne - Malika Zoubeidi, Azzedine Dahane	167

Annexes

Concluding remarks	177
Programme outline	179
Some videos of #MEDFORUM2018 prepared by Prof. El Hassan ACHBANI (INRA-Morocco)	197

Foreword

The publication of the proceedings of the CIHEAM MedForum 2018 entitled "Research and Innovation: Tools for Sustainable Agriculture and Food Security" comes at a time when the world is plunged into an unprecedented crisis.

At this point in time, the COVID-19 pandemic has caused lots of casualties and the socio-economic fallout foreshadows a serious downturn in the living conditions of millions of people in our region.

Among the most fragile are the vulnerable populations in rural and agricultural areas, who are already suffering from the hazards of climate change, the depletion of natural resources and unequal development.

The agro-food sector is strongly affected, and this too exacerbates unemployment, which is already very widespread in the Mediterranean area, especially among young people.

For an agricultural and rural Mediterranean

This emergency has shown the extent to which market globalisation has increased our vulnerability to crises in some sectors; it once again challenges us on the need to develop sustainable and responsible food systems so that our food can be supplied by our regions, thus contributing to the creation of future, attractive jobs with high social added value.

It has also recalled that there can be no health without food and agriculture. Today, more than ever, the concept of "one health" takes on its full meaning : human health, animal health and ecosystem health are but one!

The Mediterranean region must once again become a place for responsible agricultural production and trade and a model for the sustainable development of rural and coastal areas. Home to the "Mediterranean Diet", it has to promote healthy and quality food systems.

For an anthropocentric Mediterranean

Last but not least, the human dimension. If we were to learn only one lesson, it would be that the human being is central to any societal project. We know that in order to meet the growing demand for food in the Mediterranean area, it is urgent to produce more and better. It is now crucial to learn how to produce "with".

Producing with the women and men who live around this "sea in the middle of the lands", with academics and researchers, with members of civil society, businesses and institutional partners. For solutions to our problems will only be found if the conditions for dialogue are met between the various stakeholders, if the sharing and exchange of knowledge are encouraged, and if training is tailored to the territorial needs and to the expectations of Mediterranean people, especially the youngest ones.

These values and objectives have morphed the MedForum. Each edition of these forums is enriched with new partners and positive proposals for the future of cooperation in the Mediterranean. They help shape and define CIHEAM's missions, which has made food and nutrition security, investment in human capital and the strengthening of the Mediterranean dialogue its tools of action to support resilient, solidarity-based and innovative food systems. These forums are an opportunity for thinking and sharing views, and we are pleased to publish the main lessons learnt in this book.

Plácido Plaza
Secretary General of the CIHEAM

Presentation

After the success of the 1st edition of Montpellier in 2016, CIHEAM organized the 2nd edition of the Mediterranean initiative for PhD students and young researchers (MedForum2018) at CIHEAM Bari (Italy) from 18 to 20 September 2018.

MedForum2018, entitled “*Research and Innovation: Tools for Sustainable Agriculture and Food Security*”, focused on the **CIHEAM Strategic Agenda 2025 (CAPMED2025)** and its Action Plan developed for the implementation of the **United-Nations 2030 Agenda for Sustainable Development**, in specific fields across the Mediterranean area.

Through research work of PhD students and young researchers, MedForum2018 aimed at:

- Fostering entrepreneurship, women and youth employment;
- Identifying and sharing potential innovation tools geared towards integrated solutions for sustainable agriculture, food and nutrition security;
- Enhancing research and innovation impact at national and regional level;
- Proposing alternatives to prevent young researchers' migrations.

MedForum2018 laid the foundation for a permanent forum for dialogue, sharing and communication between different partners in the field of research and rural development in the Euro-Mediterranean area.

MedForum2018 was organized by CIHEAM in partnership with MAECI-Italy (Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation), CMI (Center for Mediterranean Integration of the World Bank), UfM (Union for the Mediterranean), Agreenium (Institut Agronomique, Vétérinaire et Forestier de France) and with the technical collaboration of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Almost 200 experts, doctoral students and young researchers from **27 countries (Albania, Algeria, Bosnia and Herzegovina, Chile, Egypt, France, Greece, Haiti, Iran, Iraq, Italy, Jordan, Kosovo, Lebanon, Libya, North Macedonia, Morocco, Palestine, Russia, Serbia, South Africa, Spain, Syria, The Netherlands, Tunisia, Turkey and the United Kingdom)** met to participate in MedForum2018. This event gave participants the great opportunity to meet Euro-Mediterranean young researchers, discuss topics of interest, share ideas and develop knowledge.

All attendees provided their valuable scientific contribution by addressing both issues and initiatives related to the challenges of sustainable development and agriculture in the Mediterranean Basin and to the goals of CAPMED 2025, with a focus on the international organizations' top development priorities CIHEAM has been working on for over 50 years, namely **Protect the Planet, Food Security and Nutrition, Inclusive Development, Crises and Resilience**.

MedForum2018, a paperless event, included several activities/events such as:

- Keynote addresses by invited guests;
- Oral presentations;
- Poster presentations;
- Presentations of PhD theses in 180 seconds;
- Training sessions;
- Success stories from CIHEAM Alumni;
- One side event of The Mediterranean Youth for Water Network of the CMI “MedYWat”;
- Cultural events such as:
 - o Apulian folk dance and music;
 - o Storytelling by three Maghreb women on water-related issues.

Maroun El Moujabber
MedForum2018 Coordinator

First part

Extended abstracts

The problem of water in Libya

Jamal Ali Mohamed Ehdadan

PISA University Department of Agricultural, Food and Agro-environmental Sciences

Economic resources are divided into two types: natural resources and human resources. Water resources fall under natural resources and population falls under human resources an increase in the latter leads to the increased demand for the former. The demand may be direct or indirect. Direct demand is the demand for water for drinking and cooking, and the indirect demand is for other human needs. The relationship between population growth and demand for water resources is direct. Demand for water by agricultural and industrial sectors is an indirect demand. The current trends of increasing demand for water indicate an approaching water crisis in many countries in North Africa and the Middle East.

Two-thirds of the earth's surface is covered with water. However, shortage of water is one of the most serious problems facing many countries of the world. The reason is that 97 percent of all the water is unfit for human use. Of the remaining three percent, two-thirds are locked up in glaciers, polar icecaps, and snow. That leaves only one percent available for human consumption. This residual amount should be enough to satisfy the needs of all the living things in the world for (humans, animals, and plants) Even though over 70% of earth's surface is covered with water, water is identified as one of the most important natural resources, and its scarcity has become a problem for many countries around the world. Libya one of such countries. Water problem exists all over the world, but in some parts of the world such as in Libya, it is turning out to be a major issue. Libya is faced with a serious water shortage due to an imbalance between limited water resources and increasing demand. The country's population has tripled since the 1950s. Because of the population growth, and the improvement in the standards of living, the country is facing a severely from a lack of water resources. Water shortage of about 1154 to 4339 Mm³ have been estimated for the years 1998 and 2025, respectively.

Libya is a sovereign state in North Africa, bordered by the Mediterranean Sea to the north, Egypt to the east, Sudan to the southeast, Chad and Niger to the south and Algeria and Tunisia to the west. The country is made of three historical regions: Tripolitania, Fezzan and Cyrenaica. Libya is mostly arid and semi-arid covers a total of 1,759,540 square kilometres (CIA, 2013)

The cultivable area of the Libyan state is estimated to be about 2.2 million hectares(1.2% of the total area) (NASID, 2006) Groundwater is the main source of fresh Water in the country more than 90%of agricultural production achieves from irrigated agriculture, also under conditions of the rapid growth in the population Water demand exceed 83% of the total annual consumption (LGWA, 2006). Rapidly increasing population in many parts of the World place growing demands on Water for agricultural, domestic, and industry use Responses to these increased demands include not only steps such as well drilling. and dam construction, Libya has more complicated problem compare with another country because the country depends heavily on groundwater about 90% of the water resources. and the groundwater comes from desert, but most of the people live in north part of the country where is not enough water for them. The Great Man-Mad River project was carried out to transport Fresh water from underground reservoirs in south Libya to north of the country where most people live, water availability in Libya is very low and does not amount to 1000 cubic meters /years /person were 538 and 154 cubic meters/years / person in 1960 and 1990. respectively in Libya the amount of water withdrawal is over eight time its renewable water resources (FAO, 2001).The main aim of this paper is forecasting of demand of the water in Libya for (agriculture, Domestic and Industry

water use) using the time series analyzing on Eviwes 10 software from 1975 -2014 and the forecasting until 2050. Using ARIAM model.

Keywords. Libya - Water availability - Population growth – Water scarcity.

References

- FAO, 2001.** *Case studies on water conservation in the Mediterranean region*. Roma International Programme for Technology and Recherche Irrigation and Drainage.
- CIA World Factbook. Libya, 2013.** People and Society. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ly.html>
- LGWA, 2006.** *Water resources of the Libyan Arab Jamahiriya*. Libyan General Water Authority, Tripoli, Libya.
- NASID, 2006.** *National Authority for Statistical Information and Documentation*. Personal Communication from Authority Tripoli.

New findings on the putative causal agent/s of the emerging cachexia like disease threatening the citrus industry in Egypt

Arafat Hanani^{1,2}, Khalid Djelouah¹, Ines Draius¹,
Mohga Khater³, Anna Maria D'Onghia¹

¹ CIHEAM Bari, Valenzano (Italy)

² Università degli Studi di Palermo (UNIPA), Palermo (Italy)

³ Agricultural Research Center (ARC), Giza (Egypt)

Citrus industry is the major fruit crop in Egypt. In fact, it shows dramatic increasing, where the total citrus production has increased from 3200 to 5000 thousand tons between 2008 and 2016. As benefits, it contributes to the nutrition and refreshment of local consumers, to agro-industries and to foreign revenue and employment. The water scarcity in the Mediterranean basin along with the gradual climate change and water deposition deficiency are the major threats on citriculture future. Furthermore, old Citrus orchard means low productivity and replacing it with a new fleshy tree takes long period to reach the productivity phase. Finally, emerging citrus diseases are one of the most important limiting factors confronting citriculture production. Following the epidemics of citrus tristeza disease in the Mediterranean basin, where susceptible sour oranges is prevalent, different tolerant rootstocks were introduced and among those *Citrus volkameriana* rootstock has profusely outshined in the Mediterranean basin. Afterward, cachexia like disease has emerged to affect seriously *Citrus volkameriana* rootstocks in Egypt and Turkey. The diseased citrus trees are usually stunted and showing stem pitting with gum deposits on the bark, similar to the symptoms expressed by cachexia and gummy bark diseases on mandarin and on sweet orange, respectively. The disease is currently devastating cultivated citrus in the new reclaimed land Egyptian farms. This disease incidence was correlated with hot climate and transmission potency, which have drawn the attention to consider citrus viroids as a putative causal agent. The main objectives were to identify the putative causal agent/s, which is/are associated with cachexia like disease symptoms on *volkameriana* lemon rootstock in Egypt. The study was carried out on four phases: (i) Evaluation the occurrence of citrus viroids in *volkameriana* lemon. (ii) Molecular characterization and sequencing analysis of citrus viroids. (iii) Biological indexing of symptomatic/ asymptomatic *volkameriana* lemon. (iv) Evaluation the occurrence of phytoplasmas in *volkameriana* lemon. Molecular detection and characterization of several citrus viroids were performed on previously collected samples belonging to new reclaimed land in Egypt. In addition, a biological assay of infected material was also included in these investigations. Interestingly, all the assays disclosed and confirmed that HSDv and CBCVd were the most prevalent molecularly detected viroids in the symptomatic samples, and biological indexing on woody indicators confirmed the particular severity of CBCVd, indicating that cachexia like disease could be associated with this emergent viroid.

Keywords. *Citrus bark cracking viroid* (CBCVd) - *Hop stunt viroid* (HSDv) - Molecular assays - Biological indexing - Rootstock.

Activity of biochar on the effectiveness and persistence of some insecticides against *Spodoptera littoralis* (Boisduval) on cotton plants

Ghada N. El-Masry¹, Oiva Niemeläinen², El-Zahi S. El-Zahi¹,
Magdy M. Mohamed³, Kari Tiilikkala²

¹ Plant Protection Institute, Agriculture Research Center, Egypt

² Natural Resources Institute Finland (Luke), 31600 Jokioinen, Finland

³ Field Crops Research Institute, Agriculture Research Center, Egypt

Slow pyrolysis is the method by which agriculture wastes can be processed into value added products such as biochar which has gained importance as a soil amendment. It can increase e.g. soils ability for sorption. For this reason, applications rates of synthetic pesticides that are used as soil treatments to suppress the population of pests should be revised. In Egypt, cotton is susceptible to a wide range of pests, especially the Egyptian cotton leaf worm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). A broad amount of pesticides is used for its control. To study the effect of biochar on the effectiveness of pesticides pot experiments were conducted at the Ismailia Agricultural Research Station, Egypt in 2017. Our main aim was to study the effect of mixing biochar with soil on the efficacy of methomyl, imidacloprid, indoxacarb and thiamethoxam applied as soil drenching to cotton plants after 60 days of emergence against *S. littoralis*. All the tested insecticides were applied at the 1) recommended, 2) three quarters of the recommended and 3) half of the recommended concentrations. The 2nd and the 4th instar larvae of *S. littoralis* were used for determination of the efficacy and persistence of the tested insecticides. The obtained results indicated that biochar treatments resulted in the higher effectiveness of the three tested concentrations of each insecticide against the 2nd and the 4th instar larvae of *S. littoralis* compared with the treatments without biochar. The biochar treatments prolonged the effectiveness of the tested insecticides up to 21 days post application, as without biochar the insecticides were effective only 7 days from the application. The lowest concentrations of all the tested insecticides applied to biochar treated soil were more effective than the highest concentrations applied to treatments without biochar in soil. In this study, all low concentrations of the applied insecticides in soil contain biochar showed a high efficiency against *S. littoralis*. For that reason, many positive impacts could be indicated. First, we could reduce the amount of applied pesticide in the same time having a good result for pest management. Second, we could reduce the number of applications of insecticides which has economic value to the farmer. The last but not the least impact is the potential to reduce the environmental risks of pesticides leaching and the sequestration of carbon in the soil. Both of the impacts will be needed in development of climate smart farming systems and IPM programs. The final results of this study suggest that soil amended with low SSA biochar enables cotton growers to reduce farming costs and lower the environment risks through using the least concentrations of the insecticides and smaller numbers of applications to obtain the desirable insect control. Further field studies are required to determine the adequate addition rate of biochar to the different kinds of soils under the open field conditions in order to gain the highest benefits of using biochar in sustainable farming systems.

Keywords. Cotton - Biochar - *Spodoptera littoralis* - Insecticides – Soil.

Assessment of water productivity in the arid environment

Case of citrus in Souss region, Morocco

Moulay Hicham El Omari¹, Mohamed Fallah²

¹IAV HASSAN II- CHA, Agadir (Morocco)

²UIZ-FSA, Agadir (Morocco)

This work was conducted in the Souss region, known by severe water scarcity and a high agricultural activity dominated by the citrus (representing 40% of the area of Morocco's citrus). The objective of this work is to diagnose the current situation of the water efficiency in citrus irrigation and analyze the impact of various production factors on water productivity and its sustainability in the context of climate change.

A field survey was conducted on 125 farms covering an area of 4933 ha. The stratification method was adopted as a sampling frame. The farms studied are more or less unevenly distributed according to the selected area classes: [0-5 ha [, [10-20 ha [, [20-50ha [and more than 50 ha. The result indicates that the use of water shows a huge shortfall. since 31% of farms in the region are still using surface irrigation system with an average water supply of 12157 m³ / ha. Although drip irrigation system saves 25% of water, this system is still using excessive water (9127 m³ / ha) and 67% of farms are still using only the experience of the manager to control and adjust irrigation.

The assessment of water productivity showed a value of 1.2 kg/m³ for surface irrigation and 3.8 kg/m³ for drip irrigation. The use of tools for control and adjustment of irrigation increases the water productivity of drip irrigation by 25%. The availability of the technical staff (internal or external) allows an increase in productivity of 172.4% compared to farms without technical advice. The agronomic water productivity was three times greater with drip irrigation system (3.2 kg / m³) compared to surface irrigation system (1 kg / m³). Moreover, with drip irrigation, the agronomic water productivity becomes three times greater if there is a technical supervision and five times more important if a technical staff is permanent on the farm.

The gross economic water productivity is strongly influenced by the irrigation method since it was 0.26 € / m³ for citrus production with surface irrigation against 1.07 € / m³ for citrus production with drip irrigation. However, the net economic water productivity for surface irrigation is almost null while it is 0.63 € / m³ for drip irrigation. Concerning the effect of varieties groups, oranges recorded 4.35 kg / m³ as agronomic water productivity against 2.74 kg / m³ for the small fruits. This difference is mainly due to the difference in yield between the two groups. For the gross economic water productivity, the two groups showed a similar level. However, in terms of net economic water productivity, oranges recorded 0.66 € / m³ against 0.56 € / m³ for small fruits.

Keywords. Irrigation - Citrus - Water productivity – Trickle irrigation - Efficiency.

Crop Water Requirements estimation from open satellite and agro-meteorological data

Giuseppe Pescechera, Umberto Frattino

DICATECh, Politecnico di Bari, Italy

An efficient and sustainable management of water resources is a crucial topic for arid and semi-arid areas, like the Mediterranean area, to ensure the environmental sustainability of the agricultural activity. Water Balance (WB) assessment is an essential Decision Support Tool (DST) in irrigation systems both on management strategies (e.g. water pricing policies) and on the implementation of infrastructural actions, to take wise decision and achieve a rational and sustainable resources management. Literature shows the importance of remote sensing technologies to retrieve the necessary biophysical vegetation's parameters useful for estimating the WB's components over large areas, with relative low cost and in near real time. This is true especially for satellite data, thanks to recent widespread of new open dataset (e.g. Sentinel) with higher temporal and spatial resolutions. In the last decades, many different methods to estimate the principal terms of the agricultural WB (in particular the evapotranspiration and soil moisture) from remote sensing data have been proposed. Nowadays, a great number of initiatives, spreading worldwide, are implementing satellite-based irrigation advisory services in order to improve irrigation water management at different scales (from field to regional scale).

The main scope of the present study was to assess the capability of Sentinel-2 data, in combination of *in-situ* agrometeorological measurements, to estimate the crop parameters (e.g. Leaf Area Index) useful to estimate the actual evapotranspiration and thus the irrigation requirements at large scale. Focusing on the "Sinistra Ofanto" irrigation district, the present study performs WB and IWR evaluations for the 2016 irrigation season at sub-district scale. The study area is located in the South of Italy (Apulia Region) and is characterized by a semi-arid climate and an extremely fragmented and heterogeneous landscape with the presence of the most significant Mediterranean crops (mainly vineyards, olive trees, orchards, and cereals). It has an extension of 55.000 hectares, cultivated by almost 27.000 farmers organised in the "Capitanata" Irrigation Consortium which manage the irrigation and land reclamation activities.

The evaluation of the WB allows to estimate the IWR, that is defined as the quantity of water needed in addition to the effective rainfall (P_e) in order to compensate the Crop Water Requirement (CWR), represented by the actual evapotranspiration (ET_c):

$$IWR = CWR - P_e = ET_c - P_e$$

The estimation of the Crop Water Requirements was carried out using the "Analytical Approach" proposed by D'Urso *et al.* This method follows the standard single crop coefficient (K_c) approach proposed by the Food and Agriculture Organization (FAO) and requires the knowledge of agrometeorological data measured *in-situ* (temperature and relative humidity of the air, wind speed, and the solar radiation) and satellite-derived vegetation parameters, i.e. the crop height (h_c), albedo (α) of the crop-soil surface, Leaf Area Index (LAI), and the canopy resistance acquired by remote sensing. Using these data, for each satellite acquisition, the crop coefficient (K_c) map for cloud free pixels of the entire study area was calculated. The meteorological data were retrieved from the 4 agrometeorological stations available on the study area and spatially distributed using the Thiessen polygons techniques. The agrometeorological data are recorded by the Consortium and daily published on its website (www.consortio.fg.it) where the parameters of each station (i.e. position, elevation) are present. Vegetation parameters were retrieved from 14 cloud free Sentinel-2 Top of Atmosphere reflectance (Level-1C) images acquired during the irrigation season and available free of charge

from the Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). The images were atmospherically corrected using the European Space Agency's *Sen2Cor processor*. In the present study the LAI was derived using the Biophysical Processor tool; the h_c was fixed at 0.50 meters, due to the lack of land cover classification datasets, and the albedo was calculated for each satellite data under the hypothesis of Lambertian surfaces using the approach proposed by *Menenti and Bastiaanssen* (adapted for the Sentinel-2 dataset) as a weighted sum of the surface reflectance. From the Kc maps were retrieved, by linear interpolation, the Kc patterns for each pixel and for the entire irrigation season in order to estimate the ETc at daily scale.

Due to the scarce rate of precipitations and the low soil humidity during the crops season, which made feasible the assumption that almost all the rainfall is available for crops, the effective rainfall was estimated by subtracting 4 mm to each registered event.

The comparison of the estimated IWR with the water volumes provides by the Irrigation Consortium allows a first assessment about the SWB's performance and show a general good performance of the proposed method. The difference between the IWR estimated and the Irrigation Water provided by the Consortium shows a good performance of the proposed study. Moreover, these results can indicate the existence of an additional water supply resources (e.g. the groundwater resource largely utilised in the study area but not completely assessed).

Future developments and more detailed results could be achieved with the improvement of the Water-Soil Balance model and of the vegetation's parameters estimation (especially h_c and the stomatal resistance) using a detailed crop type classification, useful also for the detection of the irrigated areas.

Keywords. Water management – Decision support systems – Crop water use - Remote sensing - Open data.

Insecticidal activity of bio-oils and biochar as pyrolysis products and their combination with microbial agents against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)

Atef M.M. Sayed^{1*}, Robert W. Behle², Kari Tiilikkala³, Steven F. Vaughn²

¹ Agricultural Research Center, Plant Protection Research Institute, Biological Control Research Department, Giza (Egypt)

² United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Center for Agricultural Utilization Research, Crop Bioprotection Research Unit, Peoria (Illinois, USA)

³ MTT Agrifood Research Finland, Natural Resources Institute (Luke), Jokioinen (Finland)

*Corresponding author: atef.mahmoud1@gmail.com

Pyrolysis technology producing biochar and bio-oils can be used as a potential alternative to make biopesticides which are urgently needed in integrated pest management (IPM). The insecticidal activity of the three components bio-oils, aqueous, organic and in the mixture was evaluated individually and with three different entomopathogens of the baculovirus *Agrotis ipsilon* nucleopolyhedrovirus (*AgipMNPV*), bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*Btk*) and fungus *Beauveria bassiana* (*Bb*). Effect of the alkaline conditions of spray-dried biochar was as well as studied with the previous microbial pathogens. Our bioassay results indicated, that the organic bio-oil phase was the most active causing 100% mortality after 24 h, when was estimated median lethal toxicity values LC_{50} s (mg/mL). However, the bio-oil fractions applied alone tended to cause higher mortality of the exposed larvae than did either mix with the microbial agents. Also, results revealed that the highest mortalities were found in spray-dried formulation made with biochar at level pH 7.1. It was concluded that pyrolysis oils are effective insecticides and biochar could be an useful additive in production and formulation of biopesticides. This interesting finding further promote the use of pyrolysis bio-oils and biochar compounds as an eco-friendly alternative to replace conventional pesticides.

Keywords. Pyrolysis - Microbial agents - Insecticidal properties - *Agrotis ipsilon*.

Integrated Pest Management system within urban agriculture

Zilal Suleiman-Alkadour¹

¹ Urban farming specialist, World of Walas/Farm2Future, The Netherlands

Sustainable future is becoming a fundamental global concern. The world population is expected to increase 25 % by 2050 reflecting a global challenge for food safety and security. We need efficient and healthy ways to produce more food with less environmental impact and short supply chain. Across Europe, many countries adopted the urban agriculture approach as an agricultural system to produce in close proximity to people and residences. Urban agriculture is a powerful, locally deployable tool that disrupts traditional way of thinking about food production and offers integrated solutions to some of the challenges that modern cities are facing. However, this approach requires the adoption of sustainable production patterns and methods.

In this context, “Farm 2 Future” is a new research foundation under the umbrella of “World of Walas” company aims at applying the Integrated Pest Management (IPM) system to urban agriculture as a good practice to enhance the environmental and economic concerns of both producers and consumers. World of Walas, inspired by the Earth Charter, was founded in 2010 by Gerben van Straten over 25 years of experience. World of Walas has a fundamentally different innovative approach to urban development with a particular focus on social, ecological and economic sustainability. Working primarily in North America and Europe, it carefully works to balance all the component of urban development and redevelopment.

Successful IPM program is based on the most effective combination between different component starting by quarantine, cultural, physical, chemical and biological methods. Biological methods are given particular attention and importance for its role of enhancing the environmental performance of agricultural systems. Proceeding from the aforementioned facts, starting from July 2017, Farm to Future laboratory was established to achieve the main following goals:

1. To provide farmers and agriculture students with IPM system techniques through workshops, farmers schools and specific IPM courses.
2. To applying the IPM system on urban gardens on different crops and greenhouses.
3. To conduct research work about the possibility to find local isolates of an entomopathogenic fungi that can be used in the Urban IPM system as a biological control agent.

Keywords. Walas - Urban agriculture – Sustainability - IPM - Farm2Future.

Second part

Papers

Evaluation des composés phénoliques et des activités antioxydantes des figues (*Ficus carica* L.)

Fateh Aljane

Laboratoire d'Aridoculture et Cultures Oasiennes, Institut des Régions Arides (IRA) Médenine (Tunisie)
E-mail de conférencier et auteur de correspondance: fateh_aljane@yahoo.fr

Résumé. Ce travail vise essentiellement à une caractérisation comparée des potentialités en polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, anthocyanines totales et des antioxydants naturels de 30 accessions locales de figuier de la Tunisie. La méthodologie mise au point pour le dosage de ces composés par des méthodes d'analyses chimiques (spectrophotométrie). Les résultats de ces travaux nous ont permis d'affirmer que les figues sont riches en composés phénoliques. La teneur en polyphénols totaux varie de 51.50 (Bouholi) à 100.23 (Nasri) mg EAG / 100 g de poids frais. Par contre, le taux de flavonoïdes totaux varie de 0.33 chez les figues blanches (Bayoudhi1) à 17.59 chez les figues noires (Soltani Ahmar) mg quercétine équivalent / 100 g de poids frais. Concernant la teneur en anthocyanines totales, elle est plus élevée chez Zidi2 (peau noirâtre) 11.67 mg/ 100 g de poids frais. Ce pigment est légèrement présent dans les cultivars à peau de couleur claire telle que Besbessi ; 1.61 mg / 100g de poids frais. Les analyses des activités antioxydantes des fruits de 27 cultivars de figuier ont permis d'affirmer que l'inhibition de DPPH % et la ABTS varie de 11.3.6 (Besbessi) à 64.73 % (Bouharrag) et de 38.50 (Sawoudi5) à 676.13 (Nemri), respectivement. En conclusion, les figues peuvent être valorisé dans plusieurs secteurs à savoir l'agroalimentaire, la cosmétique et le médical.

Mots Clés. *Ficus carica* – Variété - Polyphénols – Anthocyanines – Antioxydants.

Evaluation of phenolic compounds and activities antioxidant of figs (*Ficus carica* L.) in Tunisia

Abstract. This work focuses on the fig fruit. It studies essentially at a comparative characterization of the real potentialities in terms of bioactive molecules (total polyphenols, total flavonoids and total anthocyanins) by spectrophotometer. In addition, the antioxidant activities was determined by 2 methods; the ABTS (2, 2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) and the DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical) assays. Phytochemical composition of the fig of 30 accessions were found to be very diverse. The total polyphenols, total flavonoids and total anthocyanins greatly varied in the range from 51.50 (Bouholi) to 100.23 (Nasri) mg gallic acid equivalents/ 100 fresh weight, 0.33 (Bayoudhi1) to 17.59 (Soltani Ahmar) mg quercetin equivalents/ 100 fresh weight, 1.61 (Besbessi) to 11.67 (Zidi2) mg/ 100 fresh weight. Antioxidant activities expressed higher values in the 30 local fig accessions. DPPH % inhibition and ABTS ranged from 11.3.6 (Besbessi) to 64.73 % (Bouharrag) and 38.50 (Sawoudi5) to 676.13 (Nemri), respectively. Antioxidant capacity was significantly correlated with the total flavonoids- ABTS ($r = 0.363$) and total anthocyanins – DPPH ($r = 0.363$). The result showed that darker accessions showed higher contents of phytochemicals compared to lighter colored accessions. In conclusion, fig fruits are rich in phenolic substances and have very good antioxidant properties that may allow us to recommend them in industrial food, cosmetic and medicinal.

Keywords. *Ficus carica* – Varieties - Polyphenols – Anthocyanins – Antioxydants.

I - Introduction

Les fruits de figuier (*Ficus carica* L.) sont très riches en carbohydrates, en vitamines, en minéraux, en polyphénols, et en fibres (Bolin et King, 1980). Ces fruits sont très riches en sucres réducteurs (glucose et fructose) en potassium, en calcium qui varient en fonction des cultivars, des conditions climatiques et des pratiques culturales. (Aljane et al., 2007; Aljane et Ferchichi, 2009). Les figues sont riches en composés phénoliques, colorants et en arômes

(anthocyanines, flavonoïdes, caroténoïdes, tanins, etc.) Des analyses fines ont montré la présence de ces éléments avec des concentrations plus ou moins variables pour les anthocyanines, mais le profil phénolique était le même (Solomon *et al.*, 2006 ; Del Caro et Piga, 2008 ; Caliskan et Polat, 2011).

En Tunisie, le figuier est très répandu et sa culture s'étend dans les régions froides et humides comme dans les régions chaudes et sèches. La production des figues est 30 000 tonnes/ an (FAO, 2013).

L'objectif de ce travail est l'évaluation des composés phénoliques et des activités antioxydantes de trente accessions de figuier conservées dans une collection variétale située dans le Sud-est tunisien.

II - Matériel et méthodes

1. Collecte et préparation des échantillons de fruits de figuier

Trente accessions locales de figuier (*Nemri, Bouharrag, Zergui, Soltani Ahmer, Zidi2, Bouholi, Besbessi, Bither1, Kahli1, Baghali2, Chetoui Akhal, Bither3, Baghali3, Kahli2, Mahdoui, Temri, Jebali1, Sawoudi5, Gaa Zir, Bayouthi2, Nasri, Bayouthi1, Croussi, Rogabi, Jemâaoui, Wedlani et Sawoudi3*) en pleine maturation ont été récoltées durant la période qui s'étend entre juin et septembre de 2010 à partir de la collection variétale de figuier de l'IRA située au CFPA El Gordhab de Tataouine. Pour chaque accession 20 fruits entiers ont été broyés et ont été maintenus en congélation à - 20°C pour les analyses phytochimiques et nutritionnelles.

2. Détermination des compositions phytochimique de fruits de figuier

La détermination des polyphénols a été faite selon la procédure de Folin-Ciocalteu. La détermination des anthocyanines a été faite selon la méthode de Rabino et Mancinelli (1986) avec quelque modification. Le dosage des flavonoïdes a été fait par la méthode colorimétrique par l' $AlCl_3$ selon la méthode décrite par Nakicioğlu *et al.* (2013).

3. Détermination des activités antioxydantes de fruits de figuier

Le pouvoir antioxydant (1. 1,1 Test de réduction du radical stable DPPH° (Diphényl 2 Pycril Hydrazil (DPPH) radical-scavenging activity)) est déterminé selon la méthode Rababah *et al.* (2011). Le test d'ABTS (Test de réduction du radical-cation ABTS° (Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)) est basé sur la méthode de Thaipong (2006).

4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont réalisées en utilisant le logiciel SPSS 16.0. L'analyse de la variance et la comparaison multiple des moyennes (test de Duncan) ont été utilisées dans l'étude des paramètres phytochimiques. Les différences entre les moyens inters et intra-accessions sont dites significatives à 5 % lorsque $p < 0,05$.

III - Résultats et discussion

1. Composition phytochimiques des figues

Les moyennes des paramètres phytochimiques étudiés sur les fruits ainsi que les niveaux de signification sont assignées dans le tableau 1. Le modèle d'analyse de la variance à un seul facteur de classification (effet accession) et la comparaison des moyennes moyennant le test de Duncan ($P < 0,05$) montrent des différences hautement significatives pour les 3 variables biochimiques analysées. La teneur en polyphénols présente dans l'extrait de méthanol des fruits de figuier varient entre 51,50 mg EAG/ 100g de MF chez le Bouholi et 100,23 mg EAG/

100g de MF chez Nasri avec une moyenne générale de 68,93 mg EAG/ 100g MF. (Tableau 1). L'observation de tableau 1 de valeur ainsi que l'analyse statistique témoigne de l'effet hautement significatif des accessions sur les concentrations en flavonoïdes. La plus faible valeur est enregistrée chez le Bayoudi1 d'une moyenne de 0,33 mg EQ/100g de MF et la valeur la plus élevée est enregistrée chez le Soltani Ahmer d'une moyenne de 17,59 mg EQ/100g MF. La moyenne générale de toutes les accessions est de 7,56 mg EQ/100g de MF. (Tableau 1). L'analyse statistique montre l'effet hautement significatif des accessions pour la teneur en anthocyanines. ($P < 0,01$) qui varie entre 1,61 mg/100g de MF chez le Besbessi (première récolte) et 11,67 mg/100g MF chez le Zidi2 avec une moyenne générale de toutes les accessions de 4,79 mg/100g MF (Tableau 1).

2. Activités antioxydantes des figues

L'analyse de la variance à un seul facteur de classification (ANOVA) a été appliquée sur les 2 pouvoirs antioxydants chez les fruits des accessions. L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif pour DPPH et ABTS. D'où la présence d'une grande différence entre les accessions (Tableau 1). Le pourcentage de l'inhibition du radical libre DPPH varie entre 11,36 % chez le Besbessi (première récolte) et 64,737 % chez le Bouharrag avec une moyenne générale de toutes les accessions de 36,62 %.

Le pouvoir antioxydant de réduire le radical libre ABTS varie entre 38,5 mg EVC/ 100g de MF chez Sawoudi5 et 676,13 mg EVC/100g de MF chez le Nemri avec une moyenne générale de toutes les accessions de 410,39 mg EVC/ 100g de MF.

La valorisation des fruits ayant des concentrations phytochimiques importantes a attiré plusieurs chercheurs grâce à leur potentiel phytothérapeutique tel que leur pouvoir antioxydant à réduire les radicaux libre (Solomon *et al.*, 2006). De plus ces métabolites attribuent aux fruits la coloration, le goût sucré ainsi que les arômes. Ercisli *et al.*, (2012) rapportent dans leurs études que les composés phénoliques des fruits et des légumes dépendent des facteurs génétiques, environnementaux ainsi que des conditions de stockage. Solomon *et al.* (2006) rapportent que les différences en coloration des fruits peuvent résulter de l'expression différente des gènes responsables de la voie de biosynthèse des anthocyanines.

IV - Conclusions

Dans cette étude on a pu valoriser les accessions Zidi2, Besbessi, Chetoui Akhal, Baghali3, Jebali1, Sawoudi5, Gaa Zir, Nasri, Croussi, Rogabi, Jemaaoui et Sawoudi3 qui ont les teneurs les plus élevées en polyphénols.

Il est à signaler que les figues qui sont riches en substances phénoliques et présentent de très bonnes propriétés antioxydantes, peuvent être valorisés dans plusieurs secteurs à savoir l'agroalimentaire, la cosmétique et le médical.

Références

- Aljane F., Toumi I., Ferchichi A., 2007. HPLC determination of sugars and Atomic Absorption analysis of mineral elements in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology* 6 (5): 599-602.
- Aljane F., Ferchichi A., 2009. Postharvest chemical properties and mineral contents of some fig (*Ficus carica* L.) cultivars in Tunisia. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2): 209-212.
- Bolin H.R., King A. D. Jr., 1980. *Figs, tropical and subtropical fruits; Composition, properties and uses*: Westport (USA). AVI Publishing.
- Caliskan O., Polat A. A., 2011. Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 128(4): 473-478. doi: [10.1016/j.scienta.2011.02.023](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.02.023)
- Del Caro A., Piga A., 2008. Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226:715-719.

- Ercisli S., Tosun M., Karlidag H., Dzibur A., Hadziabulic S., Aliman Y., 2012. Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L) genotypes from northeastern Turkey. *Plant Food Human Nutrition*, 67: 271-276. doi: [10.1007/s11130-012-0292-2](https://doi.org/10.1007/s11130-012-0292-2)
- FAO, 2013. *The FAO Statistical Database-Agriculture*. [August 2018] <http://faostat3.org/download/Q/QC/F>.
- Nakilcioğlu E., Hışıl Y., 2013. Research on the phenolic compounds in sarılop (*Ficus carica* L.) fig variety. *GIDA/ the Journal of Food*, 38(5): 267-274.
- Rababah T. M., Al-Mahasneh M. A., Kilani I., Yang W., Alhamad M. N., Ereifej K., Al-U'datt M., 2011. Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of Science and Food Agriculture*, 91(6): 1096-1102. doi: [10.1002/jsfa.4289](https://doi.org/10.1002/jsfa.4289)
- Rabino I., Mancinelli A. L., 1986. Light, temperature and anthocyanin production. *Plant Physiology*, 81: 922-924. doi: [10.1104/pp.81.3.922](https://doi.org/10.1104/pp.81.3.922)
- Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z., Flaishman M.A., 2006. Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common Fig (*Ficus carica* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20): 7717-7723. doi: [10.1021/jf060497h](https://doi.org/10.1021/jf060497h)
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., Hawkink Byrne D., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7): 669-675. doi: [10.1016/j.jfca.2006.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003)

Tableau 1. Valeurs moyennes des caractères phytochimiques de fruits du figuier et degrés de signification des différences entre les accessions.

Accessions	Couleur de Fruits	PPT mg EAG/100gMF	FLT mg EQ/100g MF	ANT mg/100g MF	%d'inhibition DPPH	ABTS mg EVC/100g MF
Nemri	Violet- verdâtre	59,34 de	5,77 e	3,79 cd	41,05 l	676,13 o
Bouharrag	Violet- verdâtre	58,21 d	7,47 f	5,13 ef	64,73 s	347,16 e
Zergui	Violet- grisâtre	54,60 b	16,57 k	5,58 f	46,61 n	409,36 g
Soltani Ahmer	Violet- verdâtre	61,59 fg	17,59 l	4,68 de	48,07 o	490,43 j
Zidi2	Violet- noirâtre	81,26 q	5,62 de	11,67 k	56,37 q	322,20 d
Bouholi	Violet- noirâtre	51,50 a	1,78 a	8,18 i	39,63 k	264,70 c
Besbessi-figues fleurs	Verdâtre	74,44 lm	9,72 g	1,61 a	11,36 a	496,10 j
Besbessi-figues d'automne	Vert- jaunâtre	56,30 c	12,16 hi	3,33 c	14,59 b	407,96 g
Bither1-figues fleurs	Vert- jaunâtre	55,59 bc	5,35 de	1,74 a	17,44 c	515,70 k
Bither1-figues d'automne	Vert- jaunâtre	60,51 ef	5,68 de	3,76 c	40,74 l	412,96 g
Kahli 1	Violet- grisâtre	61,30 fg	11,70 h	6,21 g	19,62 d	107,80 b
Baghali 2	Violet- verdâtre	69,93 j	6,15 e	3,75 c	29,47 fg	378,73 f
Chetoui Akhal	Violet- verdâtre	73,36 l	12,30 hi	7,04 h	15,46 b	465,16 i
Bither3-figues fleurs	Verdâtre	60,81 ef	3,83 bc	2,11 b	48,43 o	466,50 i
Bither2-figues d'automne	Violet- noirâtre	65,54 i	8,59 g	6,80 g	30,37 g	601,13 m
Baghali3	Violet- verdâtre	79,42 p	4,36 cd	2,58 b	26,48 e	658,96 n
Kahli2	Violet- verdâtre	62,34 gh	12,76 i	4,22 de	45,30 m	275,60 c
Mahdoui	Vert- jaunâtre	63,21 h	15,27 j	3,74 c	28,63 f	263,70 c
Temri	Violet-grisâtre	60,62 ef	5,68 de	3,67 c	27,42 e	441,56 h
Jebali1	Vert- jaunâtre	76,48 no	11,50 h	3,44 c	28,99 f	48,26 a
Sawoudi5	Violet- verdâtre	77,37 o	11,70 h	4,91 e	62,45 r	38,50 a
Gaa Zir	Violet-grisâtre	71,76 k	5,42 de	4,54 de	45,49 m	384,06 f
Bayouthi2	Verdâtre	88,46 r	5,68 de	5,62 f	26,55 e	376,40 f
Nasri	Violet-orangeâtre	100,23 s	1,85 a	3,95 cd	56,55 q	465,16 i
Bayouthi1	Verdâtre	76,63 no	0,33 a	3,01 c	30,38 g	496,76 j
Croussi	Violet- verdâtre	74,58 lm	5,68 e	4,29 de	35,54 i	575,86 l
Rogabi	Violet- verdâtre	79,03 p	3,77 bc	3,96 cd	38,49 j	493,76 j
Jemàaoui	Rouge- verdâtre	76,16 no	2,78 b	6,20 g	38,49 j	448,60 hi
Wedlani	Violet- verdâtre	63,57 h	1,78 a	3,56 c	31,52 h	519,70 k
Sawoudi3	Violet- noirâtre	75,45 mn	8,99 g	9,70 j	52,42 p	462,83 i
Moyenne totale	-	68,93	7,56	4,79	36,62	410,39
Ecart-type	-	11,066	4,590	2,227	14,224	153,633
F cal.	-	461,744	64,500	113,954	198,008	105,201
NS	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

0,000 : différence statistiquement significative entre les accessions à $P < 0.05$, PPT : polyphénols totaux, FLT : flavonoïdes totaux, ANT : anthocyanines totaux, AGE : acide gallique équivalent, QE : quercétine équivalent, MF : matière fraîche, DPPH : 1,1 Diphényl 2 Pycril Hydrazil, ABTS : acide 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique, MF : matière fraîche.

Producing beef meat under hard livestock conditions by crossing cattle with Belgian Blue-White breed

Preliminary study

Lynda Allouche¹, Toufik Madani², Mohamed Mechmeche³, Allaoua Bouchemal³

¹ Department of Biology and Animal Physiology. Faculty of Nature and Life Sciences. Ferhat ABBAS Sétif 1 University, Sétif (Algeria)

² Department of Agronomy, Faculty of Nature and Life Sciences, Ferhat ABBAS Sétif 1 University, Sétif (Algeria)

³ National Center for Artificial Insemination and Genetic Improvement, Algiers (Algeria)

e-mail: lyallouche@gmail.com

Abstract. Crossing cows with pure meat breed bull as Charolais and Belgian Blue-White is widely used in the world for beef meat production. In Algeria, more than 100 cows from different breeds as Montbeliarde, Fleckvieh and Holstein were inseminated by a single Belgian Blue-White bull in Sétif (Algeria), a semi-arid region where the temperature can reach 45°C in Summer and -4°C in winter. Calves were weighed at birth and at the age of one year. Our preliminary results show that the frequency of pregnancy was very high after the first insemination (78%). Also, the total pregnancy rate was very satisfactory (95%). Most of calves were born easily or with few assistances from the breeders (92%). Cross calves born in Algeria and bred under hard conditions reached around 500 Kg of weight at one year old whose the heaviest calf weighed 570 Kg. However, the cross calves born from the Montbeliarde cows were heavier by 59 Kg than those born from Fleckvieh cows. Such kind of projects can contribute to food security, create employment in rural areas and consequently limit the immigration.

Keywords. Beef cattle - Production - Reproduction - Semiarid zones.

Production de viande bovine dans des conditions d'élevage difficiles par le croisement des vaches avec la race Blanc Bleu Belge

Résumé. Le croisement des vaches avec des race viandes pure comme le Charolais et le Blanc Bleu Belge est largement utilisé dans le monde pour la production de viande bovine. En Algérie, plus de 100 vaches de différentes races comme la Montbeliarde, Fleckvieh et holstein ont été inséminées par un seul taureau de race Blanc Bleu Belge à Sétif, une région semi-aride où la température peut atteindre 45°C en été et -4°C en hiver. Nos résultats préliminaires montrent que la fréquence de gestation après la première insémination est très élevée (78%) ; Aussi, la fréquence totale de gestation est très satisfaisante (95%). La plupart des veaux sont nés facilement ou avec peu d'assistances des éleveurs (92%). Les veaux croisés nés en Algérie et élevés dans des conditions difficiles ont atteint un poids de 500 Kg environ à une année dont le taureau le plus lourd a pesé 570 Kg. Cependant, les taureaux croisés nés des vaches Montbeliardes sont plus lourds par 57 Kg que ceux nés par des vaches Fleckvieh. Ce genre type de projets, peuvent contribuer à la sécurité alimentaire, créer de l'emploi dans les milieux ruraux et par conséquence limiter l'immigration.

Mots-clés. Bovine de boucherie - Production - Reproduction - Zone semi-aride.

I - Introduction

Crossing cows with pure meat breed bull as Charolais and Belgian Blue-White is widely used in the world for beef meat production. In Algeria, cattle were recently crossed with the one Belgian Blue-White bull. The project was achieved with the collaboration of the National Center for Artificial Insemination and Genetic Improvement of Algeria and the young breeders. The current project aims to evaluate the reproduction performance and calf growth under our hard livestock

conditions where animals should reproduce and produce under heat stress and bred for long period of drought.

II - Materials and Methods

More than 100 cows from different breeds as Montbeliarde, Fleckvieh and Holstein were inseminated by a single Belgian Blue-White bull in Sétif (Algeria), a semi-arid region where the temperature can reach 45°C in Summer and -4°C in winter. Cows were raised mostly by young and smallholder farmers (<10 cows/farm).

In the current paper, the preliminary results of the first 94 inseminated cows is presented. Type of calving was measured at birth using 5 scores (1: unassisted; 5: surgical removal of calf). Calves were weighed at birth and at the age of 1 year. For statistical analysis, Student test was carried to compare weight calves between Montbeliarde and Fleckvieh using SPSS version 18; however, weight calves of Holstein breed were not compared with the other breeds due to the little size.

III - Results and discussion

Most cows who were inseminated with Belgian Blue-White bull are Montbeliarde cows (Table 1). Montbeliarde breed is well adapted to the semi-arid region, so it is well preferred by our breeders.

Table 1. Frequency of inseminated cows according to their breeds.

Breeds	Cows number	Frequency
Montbeliarde	63	67.0 %
Fleckvieh	22	23.4 %
Holstein	9	9.6 %
Total	94	100.0 %

A very high pregnancy frequency was observed after the first insemination (78%). Also, the total pregnancy rate is very satisfactory (95%) (Table 2).

Table 2. Pregnant frequency according to the number of inseminations and total pregnancy rate

Insemination number	Cows number	Pregnant frequency
1	69	78 %
2	17	19 %
3	3	3 %
Total	89	100 %
Total pregnancy rate		95 %

In our study, reproduction performance is within the standards values recommended by Vallet (1997). However, the pregnancy rates observed in the current investigation after 1, 2 and 3 artificial insemination are better than those recorded in Montbeliarde cows reared in Ireland (Dillon *et al.*, 2003).

Most of calves were born easily or with few assistances from the breeders (92%) (Table 3).

Table 3. Type of calving.

	Cows number	Frequency	Total frequency
Unassisted calving	34	66.7 %	92.2 %
Calving with few assistances	13	25.5 %	
Difficult calving	4	7.8 %	7.8 %
Total	51	100.0 %	100.0 %

Our preliminary results show that Cross calves born in Algeria and bred under hard conditions can reach around 500 Kg of weight at one year old whose the heaviest calf weighed 570 Kg. However, the cross calves born from the Montbeliarde cows were heavier by 59 Kg than those born from Fleckvieh cows (Table 4).

Table 4. Live weight of cross calves at birth and at one year old.

Calf age	Cow breeds	Cows number	Calf weights (Kg)	Significances
0 Day	Montbeliarde	32	47.20 ± 5,02	p<0.05
	Fleckvieh	11	46.85 ± 3,05	
1 year	Montbeliarde	10	511.50 ± 39.40	p<0.05
	Fleckvieh	6	452.50 ± 38.67	

It seems that these cross calves are more rustic in difficult environnement. Chapaux *et al.* (2013) reported that the growth performance of Ankole and Sahiwal crossbreds born from the crossbreeding of the local breeds with Belgian Blue-White breed is remarkable in Burundi where they were raised in a constraining environment.



Figure 1. Young breeder with his cross-calf Belgium Blue-White (Source: photo taken by Prof. L. Allouche).

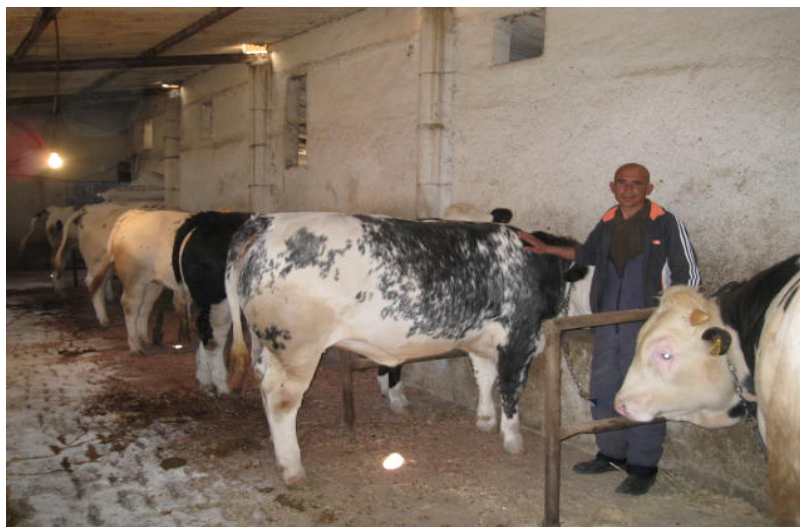


Figure 2. Breeder who had 16 cross Belgian Blue-White calves (Source: photo taken by Prof. L. Allouche).

IV - Conclusions

In our study, high pregnancy rate was observed. No caesarean section was performed for calving. Interesting, a heavy cross calves were obtained at one year of age, mainly those born from Montbeliarde cows. Hence, crossing cattle with Belgian Blue-White breed is highly recommended for beef meat production under hard livestock conditions. Such kind of projects can contribute to food security, create employment in rural areas and consequently limit the immigration.

Acknowledgments

The authors acknowledge the inseminator Mr Sersoub L. Also, the support provided by the National Center for Artificial Insemination and Genetic Improvement (CNIAAG) of Algiers (Algeria) is gratefully acknowledged.

References

- Dillon P., Snijders S., Buckley F., Harris B., O'Connor P., Mee J.F., 2003.** A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 2. Reproduction and survival. *Livestock Production Science*, 83(1): 35-42. [doi: 10.1016/S0301-6226\(03\)00042-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00042-3)
- Chapaux P., Ngiyimbere S., Knapp E., Dodo K., Gacoreke S., Manyange H., Bertozzi C., Hornick J.L., 2013.** Burundi: principales de réalisations du projet de cooperation. *Wallonie Elevages*, 7-8: 40-42.
- Vallet A., 1997.** La fécondité des troupeaux laitiers, un grand problème d'actualité. *Bulletin Technique de l'Insémination Animale*, 85 :12-16.

Seedling VOCs induce host preference in *Bagrada hilaris* Burmeister

Mokhtar Abdulsattar Arif*, Salvatore Guarino, Ezio Peri, Stefano Colazza

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Italy

* e-mail: mokhtar.arif@unipa.it

Abstract. The Painted bug, *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae), is an invasive stink bug species native from Asia and Africa, recently reported in United States, Mexico and Chile. This pest attacks mainly cruciferous plants and results particularly aggressive to seedlings at cotyledon stage, causing severe tissue damage, and in some the death of the plant. In this study the role of VOCs emitted by seedlings of four cruciferous species in the host preference behaviour of *B. hilaris* was evaluated. Two choice experiments using the vertical open Y-shaped olfactometer were carried out testing the attraction of *B. hilaris* adults toward seedlings of *Raphanus sativus*, *Eruca sativa*, *Brassica rapa* and *B. carinata*. The VOCs emitted by seedlings of these species were also collected in headspace using solid phase micro-extraction (SPME) method and analyzed by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The results of the behavioural experiment evidenced the *B. hilaris* preference for *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* over *B. carinata*. However, adults of *B. hilaris* did not elicit any significant preference among *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa*. Results of the chemical analyses evidenced the VOCs of *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* have in common the same main compound identified as benzophenone, missing in *B. carinata*. These results suggest a role of this compound in the host preference elicited from *B. hilaris* and might be a possible candidate as attractant for this pest.

Keywords. *Raphanus sativus* - *Eruca sativa* - *Brassica campestris* - *Brassica carinata* - Olfactometer.

Plantules VOCs induisant préférence de l'hôte dans *Bagrada hilaris* Burmeister

Résumé. La punaise peinte, *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae), est une espèce de punaise envahissante originaire d'Asie et d'Afrique, récemment signalée aux États-Unis, au Mexique et au Chili. Ce ravageur attaque principalement les plantes crucifères et est particulièrement agressif pour les plantules au stade cotylédon, causant de graves lésions tissulaires et parfois la mort de la plante. Dans cette étude, le rôle des composés organiques volatils (COV) émis par les semis de quatre espèces de crucifères dans le comportement des préférences de *B. hilaris* en tant qu'hôte a été évalué. Deux expériences de choix utilisant l'olfactomètre vertical en forme de Y ouvert ont été réalisées pour tester l'attraction des adultes de *B. hilaris* vers les semis de *Raphanus sativus*, *Eruca sativa*, *Brassica rapa* et *B. carinata*. Les COV émis par les plantules de ces espèces ont également été collectés à l'espace de tête par la méthode de micro-extraction en phase solide (SPME) et analysés par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS). Les résultats de l'expérience comportementale ont mis en évidence la préférence de *B. hilaris* pour *R. sativus*, *E. sativa* et *B. rapa* par rapport à *B. carinata*. Cependant, les adultes de *B. hilaris* n'ont pas révélé de préférence significative entre *R. sativus*, *E. sativa* et *B. rapa*. Les résultats des analyses chimiques mettant en évidence les COV de *R. sativus*, *E. sativa* et *B. rapa* ont en commun le même composé principal identifié comme benzophénone, absent dans *B. carinata*. Ces résultats suggèrent un rôle de ce composé dans la préférence de l'hôte *B. hilaris* et peut être candidat possible comme attractant pour ce ravageur.

Mots clés. *Raphanus sativus* – *Eruca sativa* – *Brassica campestris* – *Brassica carinata* – Olfactomètre.

I - Introduction

Bagrada hilaris (Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae) is a pest that feeds on the several crops belong to brassicaceous family (Huang et al., 2014). *Bagrada hilaris* is native from Asia and Africa, its first report in Europe was 1978 in Pantelleria Island (Italy), where it feeds on caper bush *Capparis spinosa* L. (Colazza et al., 2004). In 2008, *B. hilaris* was reported in USA in California, probably introduced by commercial trade, afterward it rapidly expanded its range

to the brassicaceous crops of coastal California and southwestern Arizona (Palumbo and Natwick, 2010). Successively it was found in Nevada, New Mexico, and Utah (Bundy *et al.*, 2012), and more recently in México (Sánchez-Peña, 2014), and Hawaii (Palumbo *et al.*, 2016).

Since its introduction in North America, *B. hiliaris* had exerted a strong negative impact on agriculture, it has been estimated that about 90% of the broccoli acreage planted in USA has been infested by the painted bug, with yield losses often exceeding 10% of production (Huang *et al.*, 2014). The economic impact caused by *B. hiliaris* on this vegetable industry could be significant considering that the production of broccoli, cauliflower, cabbage, and other Brassicaceous crops in Arizona and California was collectively valued at over \$1 billion in 2011 (Huang *et al.*, 2014).

In particular plant at seedling stages are highly susceptible to feeding from *B. hiliaris* on cotyledons (Huang *et al.* 2014). several studies confirm that *B. hiliaris* is strongly attracted by young seedlings of plants belonging to Brassicaceae, with marked preference for some species in particular as *Raphanus sativus* L. (Huang *et al.*, 2014), *Eruca sativa* L. (Joseph *et al.*, 2017), *Brassica oleracea* L and *Brassica napus* L (Guarino *et al.*, 2018).

It is important to understand the olfaction cues that elicit host plant preferences of *B. hiliaris* at seedling stage, in order to expand our knowledge on its chemical ecology and possibly for developing useful tools for integrated pest management programs (Huang *et al.*, 2014). *Volatile organic compounds (VOCs) that mediate B. hiliaris attraction toward host plants at seedling stage are still to be characterized.* In this study the role of VOCs in the host preference of *B. hiliaris* adults was evaluated by using four cruciferous species at seedling stage (7-days old): *Raphanus sativus*, *Eruca sativa*, *Brassica rapa* and *B. carinata*.

II - Materials and Methods

1. Rearing

The colony of *B. hiliaris* was established and restocked regularly with individuals collected from caper (*Capparis spinosa* L.) fields on the island of Pantelleria (Italy). The colony was fed with cauliflower and cabbage plants, depending on seasonal availability. Insects were reared in an environmentally controlled room (30 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ RH, photoperiod 16L: 8D). Seedling of *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* and *B. carinata* used in this experiment was grown in cotton wool (10 g) soaked with distilled water and held in glass containers with a distance of circa 0.5 cm between seeds, then placed in an environmentally controlled growth chamber (25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ RH, photoperiod 16L: 8D).

2. Bioassays

Bioassays were carried out with an open vertical Y-shaped olfactometer consisting of a brass rod (left and right arms 20 cm long, central arm 25 cm long, 1.5 cm diameter). The left and right arms were covered with two glass tubes (18 cm long, 5 cm diameter) terminating in hose nipples connected by tygon tubes to a high-purity air source, and air flow was controlled with a flow-meter at a rate of 0.2 l/min. The air flowed through two glass chambers (125 ml each) which held the test stimuli. Light was provided with a halogen lamp (Osram, 12V–35W, Munich, Germany) hanging 30 cm above the olfactometer. Experiments were carried out under ambient laboratory temperature and humidity conditions (25 ± 3 °C, and $50 \pm 15\%$ RH). For each replicate, a single adult was gently placed at the bottom of the central arm of the olfactometer with a paint brush and allowed 10 min to respond. The bugs moved from the bottom upward toward the light source and upon arriving at the Y junction, chose between the two different volatile stimuli. The criterion for a response was that the test bug walked in the test arm or the control arm (left–right), for at least 5 cm past the Y junction (first choice). In this experiment, volatiles from *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* and *B. carinata* were tested according to the

following design: 1) *B. carinata* vs *R. sativus*, 2) *B. carinata* vs *E. sativa*, 3) *B. carinata* vs *B. rapa*, 4) *B. rapa* vs *E. sativa*, 5) *B. rapa* vs *R. sativus*, 6) *R. sativus* vs *E. sativa*. The number of replicates carried out for each experiment was from 82 to 113.

3. VOCs collection

The plant volatiles were collected separately from each of the four species using clusters of fifty seedlings (seven days old). The VOCs collection was carried out for twenty hours by headspace solid phase micro-extraction (SPME) using a polydimethylsiloxane (PDMS) fiber. Chemical analysis of VOCs headspace was carried out using a GC-MS Agilent 6850 GC system equipped with a DB5-MS column, interfaced with an MS5973 quadruple mass spectrometer.

1. Statistical analysis

Data from open vertical Y-shaped olfactometer experiments were analyzed with χ^2 tests. Statistical analyses were performed using Statistica 7.0 for Window (Statsoft 2001, Vigonza, PD, Italy).

III - Results and discussion

In open vertical Y-shaped olfactometer bioassays *B. hilaris* adults were more attracted to *R. sativus* rather than to *B. carinata* VOC ($\chi^2 = 6.45$, $df = 1$, $P < 0.01$, $N = 113$), to *E. sativa* rather than to *B. carinata* VOC ($\chi^2 = 7.71$, $df = 1$, $P < 0.005$, $N = 109$) and to *B. rapa* rather than to *B. carinata* VOC ($\chi^2 = 7.36$, $df = 1$, $P < 0.006$, $N = 99$) (Figure 1). In the same experiment bugs did not show preference for the *B. rapa* over *E. sativa* ($\chi^2 = 0.72$, $df = 1$, $P < 0.39$, $N = 88$), for *B. rapa* over *R. sativus* ($\chi^2 = 0.04$, $df = 1$, $P < 0.82$, $N = 82$) and for *R. sativus* over *E. sativa* ($\chi^2 = 1.41$, $df = 1$, $P < 0.23$, $N = 102$).

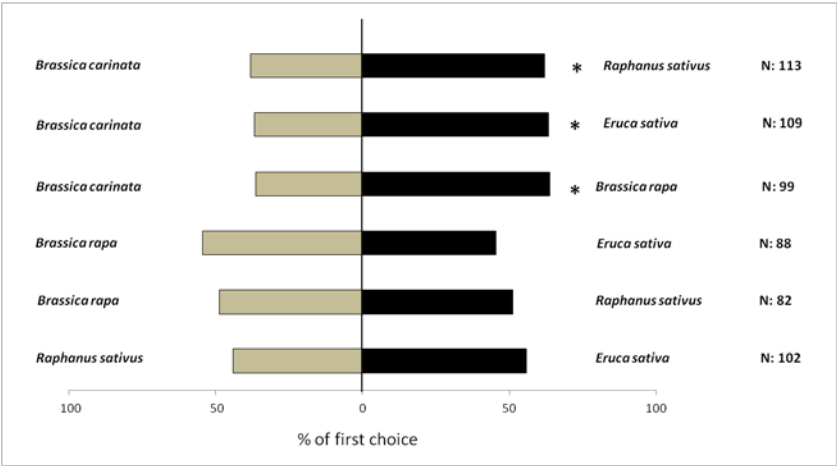


Figure 1. Host preference responses (% first choice) in open vertical Y-shaped olfactometer bioassays of *B. hilaris* adults to seedlings of *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* and *B. carinata*. N = number of replicates; * = $P < 0.01$; χ^2 .

These results provide primary information about host plant VOCs are exploited by adults of *B. hilaris* in location and recognition of their host plants. In bioassay by vertical Y shape olfactometer indicated that some *Brassica* species are preferred over others, with *B. hilaris* adults preferentially orientating toward seedlings of *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* rather than *B. carinata*, while no difference was observed between *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* which suggested that attraction to preferred hosts is primarily mediated by olfactory rather than visual cues.

Chemical analyses by GC-MS (Figure 2) of VOCs collected from *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* and *B. carinata* seedlings showed that the VOCs emitted by *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* seedlings were quite similar, whereas the VOCs of *B. carinata* seedlings were markedly different. Unexpectedly, the common green leaf volatiles and monoterpenes observed in other studies of *B. oleracea* var. botrytis volatiles using plants 4-5 weeks old or older (Guarino et al. 2017) were not observed in the VOCs from seedlings. Rather, the VOCs from seedlings of *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* were dominated by a single organic compound, with minor amounts of other unknown compounds. The mass spectra of this organic compound were matched in the NIST mass spectral database to Benzophenone with the formula $C_{13}H_{10}O$. Because of the benzophenone detected in this study constitute >90% of the VOCs of *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa* seedlings that attracted *B. hilaris* in our study, and no difference was observed between *R. sativus*, *E. sativa* and *B. rapa*, it seems likely that they are the key compounds exploited by *B. hilaris* in its strong attraction to seedlings of its host plants. However, at present, it is not possible to exclude the possibility that other compounds present in minor amounts may be partly or wholly responsible for the activity seen. The possibility that *B. hilaris* may exploit benzophenone for host location is interesting, given that these types of compounds have generally a defensive role (Curtze et al., 1998; Schmitt et al., 2006).

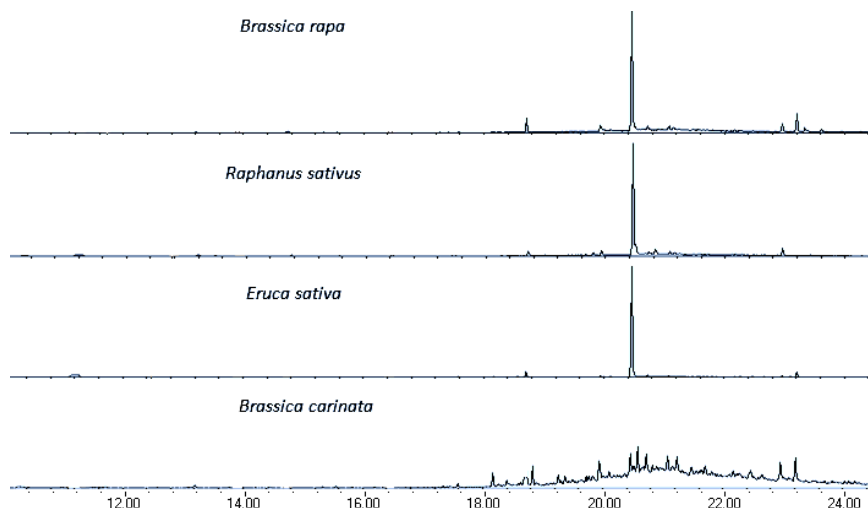


Figure 2. Representative gas chromatograms of VOCs from *R. sativus*, *E. sativa*, *B. rapa* and *B. carinata*.

IV - Conclusions

This study provides important ecological information about the possibility that host plant VOCs mediate the host preference behaviour of *B. hilaris* toward some specific cruciferous seedlings. As the main compound present in all the preferred species is benzophenone, it is likely that this compound could be a primary mediator of these insect-plant interactions. Moreover, in consideration that at the moment suitable lures for monitoring this pest in the field are missing, benzophenone might be considered a promising candidate for further trials to test it as attractant in laboratory and field.

Acknowledgments

The authors acknowledge the Project "High Studies Programme (Master and Ph.D.) for Iraqi officials at Italian Academic Institutions (HiSPro)" co-financed by the Iraqi Government and the Italian Ministry of Foreign Affairs (MAE) with the cooperation of Mediterranean Agronomic Institute of Bari (CIHEAM).

References

- Bundy C. S., Grasswitz T., Sutherland C., 2012. First report of the invasive stink bug *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae) from New Mexico, with notes on its biology. *Southwestern Entomologist*, 37(3): 411-414. doi: [10.3958/059.037.0317](https://doi.org/10.3958/059.037.0317)
- Colazza S., Guarino S., Peri E., 2004. *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae) fitofago dannoso al capperò nell'isola di Pantelleria [*Capparis spinosa* L.; Sicilia]. *Informatore Fitopatologico*, 54(12): 30-34.
- Curtze J., Rudolph C. H. G., Schroder L., Albert G., Rehnig A. E. E., Sieverding E. G., 1998. *Fungicidal methods, compounds and compositions containing benzophenones*. European patent office, EP0727141A3.
- Guarino S., Peri E., Colazza S., Luchi N., Michelozzi M., Loreto F., 2017. Impact of the invasive painted bug *Bagrada hilaris* on physiological traits of its host *Brassica oleracea* var botrytis. *Arthropod-Plant Interactions*, 11(5): 649-658. doi: [10.1007/s11829-017-9516-6](https://doi.org/10.1007/s11829-017-9516-6)
- Guarino S., Arif M. A., Millar J. G., Colazza S., Peri E., 2018. Volatile unsaturated hydrocarbons emitted by seedlings of Brassica species provide host location cues to *Bagrada hilaris*. *PloS one*, 13(12), e0209870. doi: [10.1371/journal.pone.0209870](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209870)
- Huang T.-I., Reed D. A., Perring T. M., Palumbo J. C., 2014. Host selection behavior of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial cruciferous host plants. *Crop protection*, 59: 7-13. doi: [10.1016/j.cropro.2014.01.007](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.01.007)
- Joseph S. V., Grettenberger I. M., Godfrey L. D., Zavala N., 2017. Susceptibility of germinating cruciferous seeds to *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae) feeding injury. *Arthropod-Plant Interactions*, 11(4): 577-590. doi: [10.1007/s11829-017-9501-0](https://doi.org/10.1007/s11829-017-9501-0)
- Palumbo J. C., Natwick E. T., 2010. The bagrada bug (Hemiptera: Pentatomidae): A new invasive pest of cole crops in Arizona and California. *Plant Health Progress*. doi: [10.1094/PHP-2010-0621-01-BR](https://doi.org/10.1094/PHP-2010-0621-01-BR)
- Palumbo J. C., Perring T. M., Millar J. G., Reed D. A., 2016. Biology, ecology, and management of an invasive stink bug, *Bagrada hilaris*, in North America. *Annual review of entomology*, 61: 453-473. doi: [10.1146/annurev-ento-010715-023843](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023843)
- Sánchez-Peña S. R., 2014. First record in Mexico of the invasive stink bug *Bagrada hilaris*, on cultivated crucifers in Saltillo. *Southwestern Entomologist*, 39(2): 375-377. doi: [10.3958/059.039.0219](https://doi.org/10.3958/059.039.0219)
- Schmitt M. R., Carzaniga R., Cotter H. V. T., O'Connell R., Hollomon D., 2006. Microscopy reveals disease control through novel effects on fungal development: a case study with an early-generation benzophenone fungicide. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 62(5): 383-392. doi: [10.1002/ps.1177](https://doi.org/10.1002/ps.1177)

Cultural landscapes for water management

A research work plan

Stefano Basso

Department of Catchment Hydrology, Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ (Germany)

Abstract. Dry-stone walls and terraces are typical features of the Mediterranean landscape. Traditional knowledge suggests they might have been constructed to satisfy agricultural water requirements. However, only few studies have tried to quantify their effects on soil moisture in agricultural fields, suggesting deteriorating conditions when maintenance is lacking. This is the case of the Mediterranean region, as a consequence of changes of the social and economic systems. The research work plan outlined here aims to improve scientific understanding of the functioning of terraces and dry-stone walls and quantify their potential for water harvesting and management. In particular, the following aspects will be investigated: (i) modifications of stocks and volatility of soil moisture due to terracing, and its effect on catchment-scale water partitioning; (ii) water yields and water-saving performance of dry-stone walls, and their contribution to water budgets in semi-arid regions; (iii) design innovation required to cope with changes of the climate (e.g., building features, distance among structures); (iv) economic value of services (e.g., water harvesting and hazard mitigation) provided by terraces and dry-stone walls and ways to establish payments for these services. Findings of this project will lay the foundation for a large scale restoration of cultural landscapes aimed at counteracting water scarcity and buffering the effect of climate change in the Mediterranean basin.

Keywords. Terraces - Dry-stone walls - Water harvesting - Dew - Streamflow dynamics - Flood hazard - Budyko model - Isotopes.

Title. Paysages culturels pour la gestion de l'eau. Un plan de travail de recherche

Résumé. Les murs et les terrasses en pierre sèche sont des caractéristiques typiques du paysage méditerranéen. Les connaissances traditionnelles suggèrent qu'elles pourraient avoir été construites pour satisfaire les besoins en eau des exploitations agricoles. Cependant, seules quelques études ont tenté de quantifier leurs effets sur l'humidité du sol dans les champs agricoles, suggérant une détérioration des conditions lorsque la maintenance fait défaut. C'est le cas de la région méditerranéenne, conséquence des changements des systèmes sociaux et économiques. Le plan de travail de recherche décrit ici vise à améliorer la compréhension scientifique du fonctionnement des terrasses et des murs en pierre sèche et à quantifier leur potentiel de récupération et de gestion de l'eau. Les aspects suivants sont notamment examinés: (i) les modifications des stocks et la volatilité de l'humidité des sols dues au terrassement, et leurs effets sur la répartition de l'eau par bassin versant; (ii) les rendements en eau et les performances d'économie d'eau des murs en pierre sèche, ainsi que leur contribution au bilan hydrique dans les régions semi-arides; (iii) l'innovation de conception nécessaire pour faire face aux changements climatiques (par exemple, caractéristiques des bâtiments, distance entre les structures); (iv) la valeur économique des services (par exemple, la récupération de l'eau et l'atténuation des risques) fournis par les terrasses et les murs en pierres sèches, ainsi que des moyens d'établir des paiements pour ces services. Les résultats de ce projet jetteront les bases d'une restauration à grande échelle de paysages culturels visant à lutter contre la pénurie d'eau et à atténuer les effets du changement climatique dans le bassin méditerranéen.

Mots-clés. Terrasses - Murs en pierres sèches - Récupération de l'eau - Rosée - Dynamique des débits - Risque d'inondation – Modèle Budyko - Isotopes.

I - Introduction

The broad Mediterranean region is facing important social and environmental challenges. Rainfall events characterized by reduced duration and increased intensity reveal the ongoing climatic changes and result in natural hazards affecting populations (EU, 2011). Rural areas have been abandoned as a consequence of modifications of the social and economic

structures, and the growing risk of water scarcity threatens to intensify depopulation of farmlands and migration (IPCC, 2019). In this context, a deeper understanding of the unfolding changes of the hydrological cycle is needed to ensure safety and early warning of populations and sustainable use of scarce water resources. The need to move beyond a view focused on blue water (i.e. rivers, lakes and groundwater), on which global water policies are still grounded, is manifest (Rockström and Falkenmark, 2015). The renaissance that traditional green-water practices aimed at soil conservation (i.e. subsurface water storage in soils) is experiencing, and the rising number of novel technologies to harvest atmospheric water, hint at the high expectations existing for these alternative approaches to water supply and management in arid regions. Archeological findings (Laureano, 2001) and agricultural practices suggest the efficacy of terracing and dry-stone walling as a measure to increase soil wetness and provide water for agriculture. However, a clear understanding and quantitative assessment of the modifications to the terrestrial part of the hydrological cycle operated by these man-made structures are lacking. The few studies that tried to quantify the effect of terraces and dry-stone walls on soil moisture in the surrounding lands (e.g., Gallart *et al.*, 1994; Georgiadis *et al.*, 2014) suggest a decline of their reliability when these traditional landscapes are not properly maintained, as is the case for most of the Mediterranean region.

This contribution outlines a research proposal which aims to enhance scientific understanding of the functioning of terraces and dry-stone walls and quantify their potential for large-scale water harvesting and management. The project intends to lay the scientific foundation for a large scale restoration of cultural landscapes aimed at counteracting water scarcity and buffering the effect of climate change in the Mediterranean basin.

II - Research questions

The contribution of cultural landscapes to harvesting and management of water resources in water scarce areas of the Mediterranean will be studied with a focus on two types of man-made structures characterizing the landscape of the region: agricultural terraces and dry stone walls.

WP1: Field-scale modifications of water balance due to cultural landscapes.

(1.1) How efficient are dry-stone walls in supplying water through condensation of atmospheric humidity and in stabilizing soil moisture in agricultural fields?

(1.2) What is the effect of terracing on stocks and volatility of soil moisture at field-scale, available water storage and groundwater recharge, hydrologic pathways and connectivity?

WP2: Large-scale contribution of cultural landscapes to water budgets of catchments in semi-arid regions.

(2.1) What is the overall contribution of atmospheric water condensation on (or favored by) dry-stone walls to the water budget of agricultural areas?

(2.2) What is the effect of terracing on the volatility of river flows and the related character of floods in broadly-terraced watersheds?

WP3: Landscape design innovations required to buffer the effect of climate change and counteract water scarcity.

How should attributes (e.g., size, building features, distance among structures, area coverage) of terraces and dry-stone walls (Figure 1) be updated to optimize soil water conservation and reduce hazard linked to streamflow volatility?

WP4: Economic evaluation and conception of mechanisms to establish payments for landscape services.

(4.1) What is the economic value of specific services (e.g., water saving and harvesting, hazard mitigation) provided by terraces and dry-stone walls?

(4.2) How can payments for these landscape services be established? What conditions of the local social structure support long-lasting and effective restoration?



Figure 1. Dry-stone walls (a) and terraces (b). Select building features are highlighted in blue. According to traditional construction techniques, larger stone sides face the outer part of walls (a). Different heights and widths of agricultural terraces determine the root zone and the volume available for water storage (Photo: Stefano Basso).

III - Methods

Research questions stated above will be addressed with synergistic lab, field and modeling investigations, focusing on typical environmental conditions of semi-arid catchments. A summary of the planned methods is given in the following.

WP1: Field-scale modifications of water balance due to cultural landscapes.

(1.1) Dry-stone walls:

- Analysis of the isotopic signatures of water collected in select field sites to distinguish between rainfall and dew (Figure 2a);
- Field surveys of soil wetness by means of both Electrical Resistivity Tomography and Time-Domain Reflectometry.

(1.2) Terraces:

- Field surveys of soil moisture dynamics and subsurface properties (by means of acoustic or electromagnetic methods) to identify underground discontinuities in terraced fields;
- Comparison of findings and conceptualization of hydrological processes to those recently obtained by studies in areas featuring sub-humid climatic conditions (Preti et al., 2018).

WP2: Large-scale contribution of cultural landscapes to water budgets of catchments in semi-arid regions.

(2.1) Dry-stone walls:

- Mapping of networks of walls in select watersheds through remote sensing (e.g., Lidar) and participatory approaches;
- Water yield and saving rates obtained in WP1.1 will be scaled up to estimate the contribution of extended networks of dry-stone walls to the water budget of agricultural areas.

(2.2) Terraces:

- The Budyko framework (Budyko, 1961) will be adopted to study the effects of terraces on catchment-scale water partitioning (Figure 2b);

- A low-dimensional mechanistic-stochastic model of streamflow dynamics (Basso *et al.*, 2015) will be applied to pristine and terraced watersheds subject to same climatic conditions; changes to its physically-meaningful parameters will be identified.

WP3: Landscape design innovations required to buffer the effect of climate change and counteract water scarcity.

(3.1) Dry-stone walls:

- Dew yields from dry-stone walls with different structural features will be studied through laboratory experiments; findings will be formulated according to an existing simplified model of dew generation (Beysens, 2016);
- The model of dew generation will be applied by combining sets of different climatic conditions and structural features, with the aim of highlighting structures providing best performance under modified climatic settings.

(3.2) Terraces:

- The low-dimensional mechanistic-stochastic model of streamflow dynamics developed in WP2.2 will be coupled to the Budyko framework to understand catchment-scale water partitioning under changed climatic conditions;
- Contrasting the response of pristine and terraced watersheds to changing climates, considerations will be drawn on the most resilient setup.

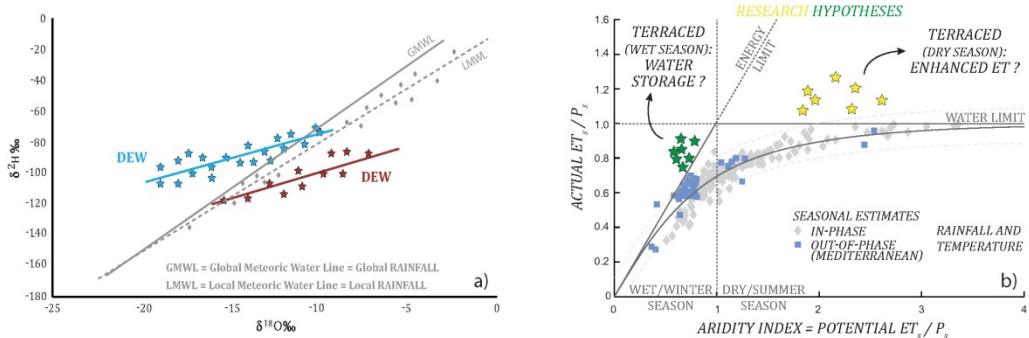


Figure 2. a) A characteristic isotopic signature (blue and red stars and solid lines; hypothesized after Kaseke *et al.* (2017)) enables distinguishing dew from other water sources (and from the global and meteoric water lines, respectively displayed with solid and dotted grey lines). Isotopic composition of water samples collected from dry-stone walls and nearby agricultural fields might provide information on the fraction of soil moisture supplied by dew deposition in semi-arid regions. **b)** Hypothesized distinct signatures (green and yellow stars) of broadly terraced watersheds in the Budyko space, compared to standard signatures of catchments with in-phase (grey diamonds) and out-of-phase (blue squares) rainfall and temperature (from Gentine *et al.* (2012)). Markers represents seasonal estimates. If significant amounts of water are stored in terraces during the wet season, watersheds might plot above (or very near) the energy limit. In fact, $P - Q = AET + \Delta S$ in this case, which might be larger than PET (P is precipitation, Q is streamflow, AET is actual evapotranspiration, ΔS is storage variation and PET is potential evapotranspiration). Similarly, terraced watersheds might plot above the water limit during the dry season, when enhanced evapotranspiration is enabled by water amounts in excess of seasonal precipitation, which have been stored in terraces during the wet season.

Acknowledgments

The author would like to thank the Center for Mediterranean Integration, CMI Water Hub, the Swedish Institute Alexandria and the Mediterranean Youth for Water Network for having first believed in this project by awarding it as winner of the Second Mediterranean Water Heroes Contest on Nature-based Solutions for a Water Secure Mediterranean (2018).

References

- Basso S., Schirmer M., Botter G., 2015. On the emergence of heavy-tailed streamflow distributions. *Advances in Water Resources*, 82: 98-105. [doi: 10.1016/j.advwatres.2015.04.013](https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2015.04.013)
- Beysens D., 2016. Estimating dew yield worldwide from a few meteo data. *Atmospheric Research*, 167, 146-155. [doi: 10.1016/j.atmosres.2015.07.018](https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.07.018)
- Budyko M., 1961. *The heat balance of the Earth's surface*. Washington, D.C.: National Weather Service, U.S. Department of Commerce.
- EU, 2011. *Climate change impacts on water and security in Southern Europe and neighbouring regions*. Bruxelles: European Commission. Directorate-General for Research and Innovation.
- Gallart F., Llorens P., Latron J., 1994. Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin. *Journal of Hydrology*, 159(1-4): 291-303. [doi: 10.1016/0022-1694\(94\)90262-3](https://doi.org/10.1016/0022-1694(94)90262-3)
- Gentine P., D'Odorico P., Lintner B. et al., 2012. Interdependence of climate, soil, and vegetation as constrained by the Budyko curve. *Geophysical Research Letters*, 39: L19404. [doi: 10.1029/2012GL053492](https://doi.org/10.1029/2012GL053492)
- Georgiadis T., Barbera G., Carotenuto F., Lenzi, J., Motisi, A., Rossi, F. 2014. How a traditional agricultural protection structure acts in conditioning the internal microclimate: A statistical analytical approach to Giardini Pantesco (Pantelleria Island - Italy). *Italian Journal of Agrometeorology*, 18(1): 41-58.
- IPCC, 2019. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kaseke K.F., Wang L., Seely M.K., 2017. Nonrainfall water origins and formation mechanisms. *Science Advances*, 3(3): e1603131, [doi: 10.1126/sciadv.1603131](https://doi.org/10.1126/sciadv.1603131)
- Laureano P., 2001. *Atlante d'acqua: conoscenze tradizionali per la lotta alla desertificazione*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Preti, F., Guastini, E., Penna, D., Dani, A., Cassiani, G., Boaga, J., Deiana, R., Romano, N., Nasta, P., Palladino, M., Errico, A., Giambastiani, Y., Trucchi, P., Tarolli, P., 2018. Conceptualization of water flow pathways in agricultural terraced landscapes. *Land degradation & development*, 29(3): 651-662, [doi: 10.1002/ldr.2764](https://doi.org/10.1002/ldr.2764)
- Rockström J., Falkenmark M., 2015. Increase water harvesting in Africa. *Nature*, 519: 283-285. [doi: 10.1038/519283a](https://doi.org/10.1038/519283a)

L'utilisation des sucres de commerce pour lutter contre le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella* L.) dans la région de Lambiridi (Wilaya de Batna, Algérie)

Imene Brahim^{1*}, Nadia Lombarkia²

^{1,2} Laboratoire d'Amélioration des Techniques de Protection Phytosanitaire en Agrosystèmes Montagneux (LATPPAM), Département d'Agronomie, ISVSA, Université de Batna 1, Algérie.

* Conférencier et auteur correspondant : brahim_imene@gmx.fr, nlombarkia@gmail.com

Résumé. En Algérie, le carpocapse demeure le ravageur le plus redoutable dans les vergers pomicoles, dont il cause plus de 60% des dégâts. Les fortes infestations obligent le recours à la lutte chimique (6-8 traitements), avec tous ses effets nocifs. Une nouvelle technologie reposant sur l'application foliaire d'infra-doses (1 à 10g/100L) de sucres. Cette étude présente les résultats des essais menés dans la région de Lambiridi et visant à tester l'effet de pulvérisations d'infra-doses des sucres de commerce (saccharose et fructose) à une dose de 100 ppm et 50 ppm, sur pommier (variété Starkrimson) pour limiter les attaques, ainsi que le nombre des larves de carpocapse capturées dans les bandes-pièges placées sur le tronc des arbres (du mois Mai-Octobre 2017). Les traitements ont été appliqués dès la fin de la floraison (27 Avril 2017) jusqu'à la récolte (25 Août 2017), tous les 21 jours, au milieu de la journée (entre 10h00-12h00). Les résultats de cette étude montrent que les sucres testés réduisent les attaques dus au carpocapse vs. le témoin, soit à la récolte ou pour les fruits tombés. Le calcul de l'efficacité des traitements (Abbott) engendre des pourcentages significativement identiques allant jusqu'à $65,48 \pm 19,10$. De même, le nombre moyen de larves capturées dans les bandes-pièges des arbres traités par sucres avec une moyenne allant de $6,00 \pm 0,55$ jusqu'à $08,40 \pm 0,51$ dans les parcelles traitées par le saccharose (100 ppm) et le fructose (50 ppm) respectivement, contre $13,20 \pm 1,16$ pour les arbres de la parcelle témoin.

Mots-clés. *Cydia pomonella* - Pommier - Variété - Saccharose - Fructose - Dégât.

I - Introduction

Le carpocapse (*Cydia pomonella* L.) ou ver de pomme est l'insecte le plus redouté sur pommier et poirier et cause plus de 80 % de perte de production (Brar *et al.*, 2008) et 100% lorsqu'il n'est pas maîtrisé. En Algérie, la protection contre ce ravageur est actuellement assurée par une lutte chimique préventive et intensive. Cet insecte occupe 60 % de l'ensemble des traitements réalisés dans un verger arboricole, le nombre d'applications chimiques peut varier entre 6-8 sans pour autant avoir une bonne maîtrise de l'insecte (Oualid, 2018). Cette stratégie de lutte présente de très nombreux inconvénients comme la destruction de la faune auxiliaire, la sélection de souches résistantes, la pullulation de ravageurs secondaires, la pollution de l'environnement et, éventuellement, la présence de résidus dans les fruits (Vicente *et al.*, 2003). Le recours aux méthodes alternatives à l'utilisation de pesticides homologués, demeure nécessaire. Une nouvelle technologie reposant sur l'application foliaire d'infra-doses de sucres de commerce, on trouve le sucre qui adoucit notre café, le saccharose et le fructose des fruits utilisé dans l'industrie agro-alimentaire. Ces sucres, pulvérisés à faibles doses (1à 10g/100L) sur les plantes, constituent de véritables signaux entraînant une cascade de réactions de défense de la plante et l'aider à se défendre contre des bio-agresseurs, par une modification physiologique à la surface des feuilles. De plus, certaines molécules contenues dans la plante peuvent traverser la cuticule et à la surface de la plante constituent des signaux perçus par l'insecte par contact, influençant alors son comportement et la sélection de la plante hôte pour pondre (Derridj *et al.*, 2011). Smeeckens *et al.* (2010) signalent que le changement de quantités de sucres (glucose, fructose, saccharose, tréhalose) par leur apport

foliaire en micro-doses peut intégrer un signal de résistance systémique acquise à un bio-agresseur et induit des modifications physiologiques et biochimiques à la surface de la plante, ainsi qu'une résistance à des bio-agresseurs. Des applications foliaires de saccharose ou de fructose de laboratoire de l'ordre de 100 ppm ont induit des réactions systémiques de la plante rendant difficile la reconnaissance de l'hôte par le carpocapse (Ferré *et al.*, 2008; Derridj, 2009; Derridj *et al.*, 2011; Arnault *et al.*, 2012; Derridj *et al.*, 2012; Arnault *et al.*, 2017). Les essais conduits au champ indiquent que le fructose et le saccharose achetés dans le commerce (100 ppm) permettent de réduire les dommages causés par le carpocapse de la pomme à la récolte (Ondet et Gorski, 2015; Ondet 2016) avec des effets différents selon les variétés. L'objectif de cette étude vise à tester l'effet de pulvérisations d'infra-doses des sucres de commerce (saccharose et fructose) à une dose de 100 ppm (=100 parties par million=10g pour 100L) et 50ppm pour limiter les attaques du carpocapse des pommes et des poires, ainsi que le nombre des larves de *C. pomonella* capturées dans les bandes-pièges placées sur le tronc des arbres dans un verger de pommier (variété Starkrimson) situé dans la région de Lambiridi (35° 30' 46.0" Nord, 6° 4' 59.0" Est).

II - Matériaux et méthodes

Notre étude est effectuée sur la variété de pommier Starkrimson. Les applications ont été commencées dès la fin de la floraison (27 Avril 2017). Le traitement (= une pulvérisation) a été réalisé entre 10h00-12h00, au pic de photosynthèse, tous les 21 jours, jusqu'à la récolte (25 Août 2017) (Tableau 1). Les changements induits dans la plante par le saccharose et le fructose mettent un certain temps à se mettre en place et ils doivent l'être avant l'arrivée du bio-agresseur, leur efficacité va dépendre de la coïncidence spatiotemporelle entre la nature des effets induits et le bio-agresseur.

Les **Sucres** utilisés dans l'expérimentation sont le saccharose et le fructose acheté du commerce, à la dose de 100 et 50 ppm. L'augmentation des doses au-dessus de 100ppm (10g pour 100L) n'augmente pas les effets d'induction de résistance et même parfois les annule et présente l'inconvénient d'avoir des effets secondaires (prise de nourriture des insectes, croissance et développement de champignons ou bactéries épiphytes...) sur les bio-agresseurs à la surface des plantes (Derridj *et al.*, 2011).

Pour effectuer les différents traitements, trois pulvérisateurs à dos (Matériel Principal : Plastique, Source d'énergie : Pression, Type : Compression à Main, Pression d'utilisation : 0.2 – 0.4 Mpa, Pulvérisation non ruisselante) d'une capacité de 16 litres (pour éviter le risque de contamination du sucre), en essayant de pulvériser l'ensemble de l'arbre. Les essais sont basés sur un plan expérimental en carré latin à 5 répétitions, dont chaque bloc comporte 2 arbres.

Les observations portent sur le dénombrement des fruits attaqués par le carpocapse à la récolte. Les pommes au sol sont estimées d'une manière plus serrée : avant et après 24h du traitement, le 7ème et le 14ème jour du traitement, puis retirés de l'essai. Car elles pourrissent et l'on ne voit plus les dégâts dus au carpocapse (Derridj *et al.*, 1999). L'observation et la confirmation des attaques du carpocapse sur les pommes sont effectués au laboratoire.

En parallèle des bandes-pièges ont été utilisées afin d'évaluer les larves diapausantes en fin de saison. Ces bandes comportent 2 feuilles de cartons ondulés superposées recouvertes d'un grillage de polyéthylène. Les 3 couches sont rendues solidaires par un fil de fer. Le grillage a pour but d'empêcher les oiseaux de se nourrir des larves. Les bandes-pièges sont disposées autour de la base des troncs des 50 arbres, au mois de mai et retirées la fin du mois d'octobre 2017.

La comparaison des pourcentages moyens des fruits attaqués par arbre à la récolte et tombés à terre (24h avant et après le traitement, le 7^{ème} et le 14^{ème} jour de traitement) a été effectuée par une analyse de la variance (ANOVA) suivie par le test de Fisher L.S.D. ($P < 0.05$) à l'aide

du logiciel STATISTICA 6. L'efficacité des traitements est également calculée grâce à la formule d'Abbott (1925) : $\text{Efficacité} = 100 \times ((T_o - T_t) / T_t)$.

Dont : T_o : % total des fruits attaqués dans la parcelle Témoin, et T_t : % total des fruits attaqués dans la parcelle traitée.

Tableau 1. Calendrier des traitements.

Traitements	Dates des traitements	Observations
1 ^{er}	27/04/2017	/
2 ^{ème}	17/05/2017	/
3 ^{ème}	06/06/2017	Non réalisé à cause des pluies et reporté 07/06/2017
4 ^{ème}	27/06/2017	
5 ^{ème}	17/07/2017	/
6 ^{ème}	06/08/2017	/

III - Résultats et discussions

1. Taux d'infestation

Notre stratégie ici vise à pulvériser les sucres de commerce tous les 21 jours, au milieu de la journée, à une dose de 100 et 50 ppm, en présence d'un témoin traité par l'eau. Notre essai montre que :

- ✓ Toutes les modalités testées ont permis de diminuer le nombre de fruits piqués tombés et des fruits piqués récoltés (Figures 1 et 2) par rapport aux témoins.
- ✓ Le dénombrement de fruits attaqués et tombés à terre au niveau des blocs, varie en fonction de chaque modalité. La majorité des blocs traités présentent un taux de pommes tombées différent et inférieur à la modalité témoin et que les résultats ne sont pas significatifs pour les fruits attaqués et tombés (24h avant et après et le 7^{ème} jour du traitement) (Figure 1). À l'exception du 14^{ème} jour de traitement qui enregistre le pourcentage le plus élevé de fruits attaqués et tombés quel que soit la modalité comparant à ceux tombés 24h avant et après le traitement et même au 7^{ème} jour (Figure 1), atteigne 52,55% sur témoin. En plus, le traitement par le saccharose (50 ppm) réduit significativement ce pourcentage jusqu'à 22,63%.
- ✓ Aussi, à la récolte le taux de fruits attaqués et tombés est le plus élevé quel que soit la période d'observation (24h avant et après, le 7^{ème} jour et le 14^{ème} jour du traitement) atteigne 77,14±12,66 à la modalité témoin (Figure 2).

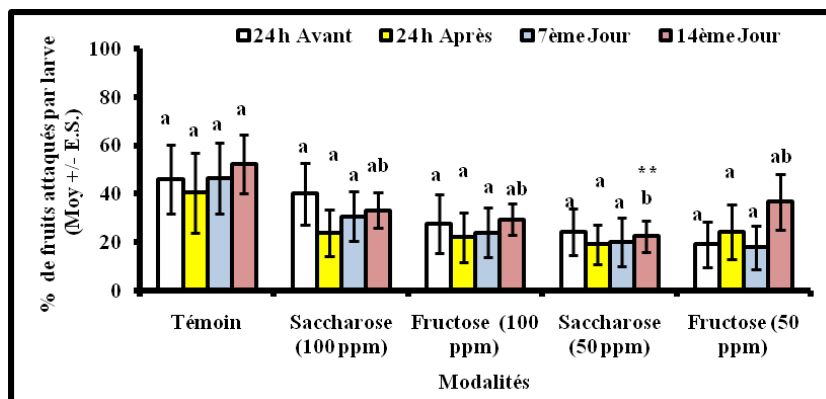


Figure 1. Pourcentage moyen des fruits attaqués et tombés au sol. Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (ANOVA, test de Fisher L.S.D., $P < 0.05$). **: $P < 0.01$.

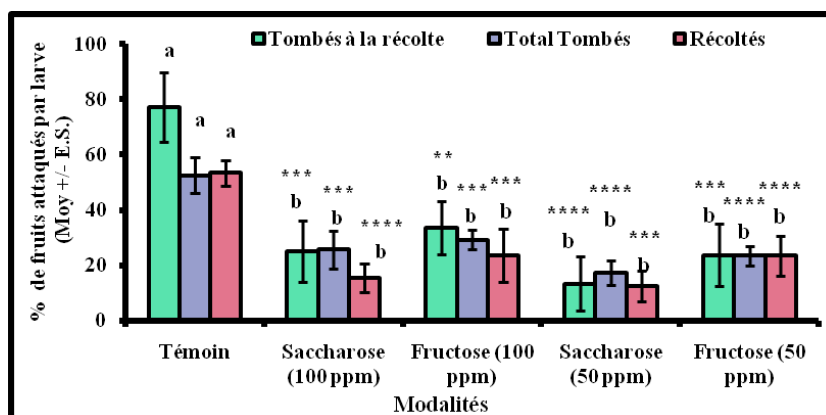


Figure 2. Pourcentage moyen des fruits attaqués par arbre. Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (ANOVA, test de Fisher L.S.D., $P < 0.05$). **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$, ****: $P < 0.0001$.

Dans notre situation de forte pression du carpocapse sur la variété Starkrimson a été enregistrée, le pourcentage de piqûres à la récolte a atteint les 53,39 % sur arbres non traités, contre 52,59 % pour le pourcentage total des fruits attaqués et tombés (Figure 2). Les analyses permettent de relever des différences significatives entre le témoin et toutes les modalités testées pour le total des fruits attaqués et tombés et ceux tombés à la récolte et même pour les fruits attaqués récoltés. Dont le saccharose 100 et 50 ppm montrent les meilleurs résultats $15,55 \pm 5,19$ et $12,52 \pm 5,46$ respectivement relevé sur les fruits récoltés (Figure 2). Ces résultats sont meilleurs à ceux obtenues par Ondet et Gorski (2015), le saccharose et le fructose achetés dans le commerce limitent les dégâts de carpocapse sur la variété Golden et révèle un taux d'infestation qui arrive à 29,3% et 30,1% respectivement, ceci à une situation jugée de forte pression du carpocapse, où le pourcentage d'infestation à la récolte atteint 40% dans les parcelles non traitées.

2. Efficacité Abbott des traitements

Toutes les modalités testées montrent une efficacité que ce soit pour le total des fruits tombés ou récoltés, mais ne présentent pas de différences significatives entre elles (Figures 3 et 4). Dont le saccharose 100 ppm et 50 ppm offrent une efficacité considérable de l'ordre de $57,26\% \pm 16,65$; $65,16\% \pm 18,36$ et $42,35\% \pm 16,16$; $53,26\% \pm 15,88$ respectivement par rapport au témoin non traité pour les fruits récoltés et même au total tombé par ordre (Figure 4). Notons que l'efficacité élevée du saccharose par rapport aux autres sucres, peut être due au fait qu'il s'hydrolyse en fructose et glucose pour agir par les 3 formes de sucre (Derridj, 2013). Selon Ondet et Gorski (2015), la pulvérisation du saccharose et le fructose, achetés dans le commerce très tôt le matin, offrent une efficacité égale à 27,83 % et 25,86 % par ordre sur la variété Golden. Dont nous supposons que cette différence d'action des deux sucres peut être due à la perméabilité de l'espèce végétale (pommier, variété Starkrimson), à l'heure d'application et le climat (particulièrement la température). Ceci est confirmé par les travaux réalisés par Derridj *et al.* (1996), qui mentionnent que les propriétés de perméabilité des cuticules foliaires ont un rôle important dans le passage des sucres. Où l'adsorption des sucres à la surface de la cuticule dépend principalement de leur lipophilicité qui est généralement décrite par le coefficient de partage octanol/eau (Wang et Liu, 2007). Et qui peut varier selon l'espèce végétale, l'organe et l'âge de la plante. Selon Scalla (1991), le processus de pénétration foliaire est plus important sur une feuille jeune que sur une feuille âgée. Ceci est lié au fait que les jeunes feuilles sont très mouillables et sont dépourvues de cires épicuticulaires, d'une part. D'autre part, la pénétration foliaire ne dépend pas de l'épaisseur de la cuticule. Par ailleurs, les trichomes confèrent une rugosité à la cuticule et jouent un rôle important dans la mouillabilité des surfaces foliaires, affectant en conséquence la pénétration foliaire des sucres (Xu *et al.*, 2011).

Leur pénétration dépend aussi des caractères biotiques liés à la plante et aux microorganismes épiphytes associés, ainsi qu'à des caractères abiotiques comme l'hygrométrie ou la température (Derridj, 2009). Principalement cette dernière qui favorise plus particulièrement la diffusion des sucres (Scalla, 1991). De même que l'influence de la variété et l'âge de verger (Kosina, 2008, Treder, 2010). De cet effet l'utilisation des sucres en tant que substances de base à faible risque, de substances peu préoccupantes ou alimentaires en vertu de l'article 23 du règlement CE n°1107/2009 (DG Santé). En effet, ces substances montrent leur efficacité ce qui permet d'approuver le saccharose au 22 août 2014 (règlement d'exécution CE n°916/2014) et le fructose au 13 août 2015 (règlement d'exécution UE n°1392/2015) (Arnault, 2015; Arnault *et al.*, 2015; Arnault *et al.*, 2016; Marchand, 2016).

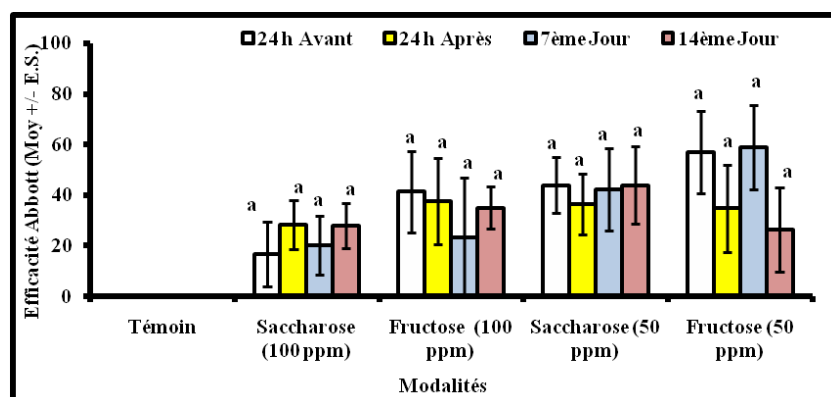


Figure 3. Efficacités des traitements Abbott pour les fruits tombés par arbre. Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (ANOVA, test de Fisher L.S.D., $P < 0.05$).

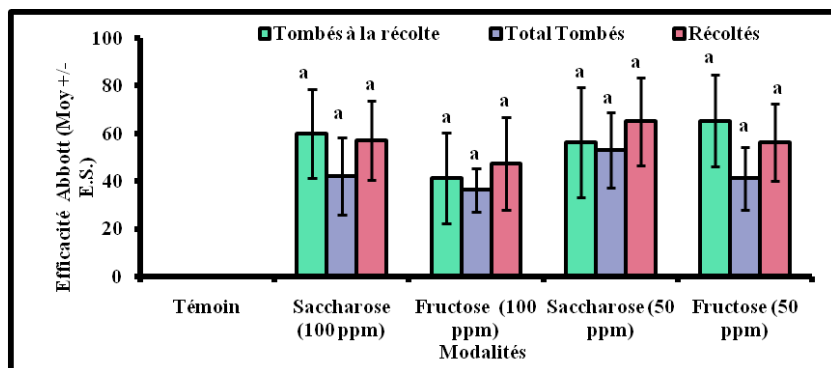


Figure 4. Efficacités des traitements Abbot pour les fruits tombés à la récolte, total des fruits tombés et fruits récoltés par arbre. Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (ANOVA, test de Fisher L.S.D., $P < 0.05$).

3. Nombre des larves diapauses

Le nombre de larves diapauses est élevé dans les blocs témoins ($13,20 \pm 1,16$), alors que le nombre de larves diapauses capturées dans les bandes-pièges dans les blocs pulvérisés au sucre, et quel que soit le sucre utilisé et la dose, ce nombre est diminué et révèle une différence hautement significative entre les modalités. Notons que le saccharose 100 ppm offre le meilleur résultat ($6,00 \pm 0,55$) ; de même que pour le taux d'infestation. Ce qui nous laisse présager une faible population d'adultes de la génération suivante et permet d'adapter la stratégie de protection pour l'année suivante moins coûteuse. Quel que soit l'origine de sucre utilisé de laboratoire ou de commerce, montre une diminution du nombre de larves séquestrées et logées par bandage des troncs d'arbre au moyen de carton ondulé selon les travaux réalisés (Brahim *et al.*, 2014 ; Meradi, 2015 ; Nasri, 2015 ; Arnault *et al.*, 2016).

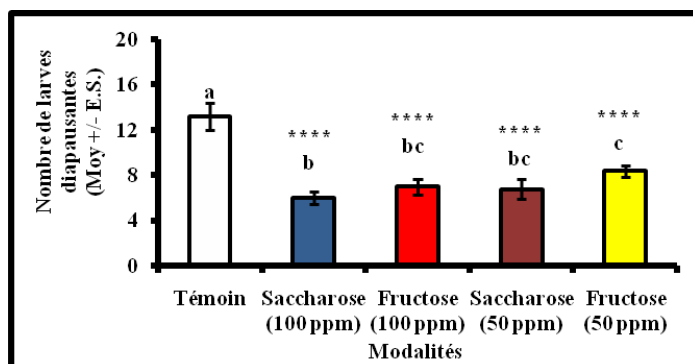


Figure 5. Nombre moyen de larves diapauses capturées dans les bandes-pièges. Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (ANOVA, test de Fisher L.S.D., $P < 0.05$). ***: $P < 0.0001$.

IV - Conclusions

Sur la variété Starkrimson et en forte pression du carpocapse, le saccharose et le fructose (à 100 et 50 ppm), achetés en Commerce, appliqués seuls, au milieu de la journée (pic de photosynthèse), permettent de limiter les dégâts de façon relativement satisfaisante, dont le saccharose offre les meilleurs résultats.

Notons que ces sucres et à ces doses ne provoquent aucune prolifération de micro-organismes et l'absence d'actions sur les abeilles. En plus, les modifications induites ne semblent pas avoir d'incidence sur les teneurs en sucres des feuilles et des fruits (pommes). Ajoutant la facilité d'accès et le faible coût, les sucres ouvrent une voie pour une utilisation large pour combattre le ravageur le plus redoutable des vergers de pomme et de poire dans le monde. En tant d'une stratégie potentielle de biocontrôle avec ces substances de base semblent prometteuses, visant la stimulation gratuite de l'immunité des plantes.

References

- Abbott W.S., 1925.** A method of computing effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267. [doi: 10.1093/je/18.2.265a](https://doi.org/10.1093/je/18.2.265a)
- Arnault I., 2015.** Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes - Projet Usage. *Colloque recherche, 14 et 15 Octobre 2015*, CETU Innophyt, Université de Tours, France.
- Arnault I., Bardin M., Ondet et al., 2015.** Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes. *Innovations Agronomiques*, 46: 1-10.
- Arnault I., Chovelon M., Derridj D., 2012.** Preliminary tests in field conditions of alternatives substances against grape downy mildew in organic farming. In: *Working Group Biological control of fungal and bacterial plant pathogens. Biocontrol of plant pathogens in sustainable agriculture*, Reims, France, 24- 27 juin 2012.
- Arnault I., Lombarkia N., Joy-Ondet S., Romet L., Brahim I., Meradi R., Nasri A., Auger J., Derridj S., 2016.** Foliar application of microdoses of sucrose to reduce codlingmoth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) damage to apple trees. *Pest Management Science*, 72(10): 1901-1909. [doi: 10.1002/ps.4228](https://doi.org/10.1002/ps.4228)
- Arnault I., Zimmermann M., Furet A. et al., 2017.** Fructose and sucrose as priming molecules against pathogens and pests? In: *Abstract book of IOBC-WPRS general assembly Meeting of the WGs Integrated protection in viticulture, Induced resistance in plants against insects and diseases and Multitrophic interactions in soil. Riva del Garda, Italy, 15-20 October 2017*.
- Brahim I., Lombarkia N., Zingg D., 2014.** Application du Madex® (virus de la granulose) et du saccharose dans la lutte contre le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella* L.) dans la région de Batna (Algérie). In: *8ème Conférence internationale Francophone d'Entomologie, Hammamet, Tunisie, 23-27 Juin 2014*.
- Brar S.K., Verma M., Tyagi R., Valéro J.R., Surampalli R.Y., 2008.** Wastewater sludges as novel growth substrates for rearing codling moth larvae. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(12): 2849-2857. [doi: 10.1007/s11274-008-9818-z](https://doi.org/10.1007/s11274-008-9818-z)
- Derridj S., 2009.** L'induction de la résistance à des phyto-agresseurs par des infra dose des sucres : une nouvelle technologie. *Journées fruits et légumes*. Paris: ITAB, pp. 9-14.
- Derridj S., 2013.** L'induction de résistances de la plante à des phyto-agresseurs par des infra doses de sucres: une nouvelle technologie. *Journées fruits et légumes*. Paris: ITAB.
- Derridj S., Arnault I., Lombarkia N. et al., 2011.** Les sucres solubles utilisés comme inducteurs de résistance de la plante aux bio-agresseurs. *AFPP – Quatrième conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures Lille: 8-10 Mars 2011, France*, pp. 382-387.
- Derridj S., Boutin J.-P., Fiala V., Solaat L.L., 1996.** Composition en métabolites primaires de la surface foliaire du poireau: étude comparative, incidence sur la sélection de la plante hôte pour pondre par un insecte. *Acta Botanica Gallica*, 143(2-3): 125-130. [doi: 10.1080/12538078.1996.10515331](https://doi.org/10.1080/12538078.1996.10515331)
- Derridj S., Cabanat I., Cochet E. et al., 1999.** Incidence des métabolites présents à la surface des organes du pommier sur le comportement de *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). *A.N.P.P. 5ème conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier, 7-9 décembre*, pp. 279-286.

- Derridj S., Lombarkia N., Clément G. et al., 2009.** *Malus domestica* L. and *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae) relationships and sugar signaling. In: *Proceedings of the 25th International Society of Chemical Ecology*, Neuchatel, Switzerland.
- Derridj S., Lombarkia N., Garrec J.P. et al., 2012.** Sugars on leaf surfaces used as signals by the insect and the plant: implications in orchard protection against *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). In: Cauteruccio L. (ed.). *Moths: types, ecological significance and control*. Nova science Publishers, pp. 1-38.
- Kosina J., 2008.** Response of two apple cultivars to chemical fruit thinning. *Acta Horticulturae*, 774: 389-394. doi: [10.17660/ActaHortic.2008.774.37](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.774.37)
- Marchand P.A., 2016.** Basic substances under EC 1107/2009 phytochemical regulation: experience with non-biocide and food products as biorationals. *Journal of Plant Protection Research*, 56(3): 271-277. doi: [10.1515/jppr-2016-0041](https://doi.org/10.1515/jppr-2016-0041)
- Meradi R., 2015.** *Utilisation des sucres et de virus de la granulose dans la protection des pommiers contre le carpocapse (Cydia pomonella L.) (Lepidoptera, Tortricidae) dans la région de Lambiridi (Wilaya de Batna)*. Thèse de Magister. Institut d'Agronomie, Université de Batna.
- Nasri A., 2015.** *Utilisation des sucres et virus de la granulose pour la lutte contre le carpocapse (Cydia pomonella L.) (Lepidoptera, Tortricidae) en verger de pommier situé dans la région d'Ain-touta (Wilaya de Batna)*. Thèse de Magister. Institut d'Agronomie. Université de Batna.
- Ondet S.-J. and Gorski C., 2015.** Stratégie de maîtrise du carpocapse du pommier par infra doses de sucre. *Arboriculture*, fiche 17.2011.04 AB.
- Ondet S.-J., 2016.** *Des infradoses de sucre sur pommiers pour limiter les dégâts de carpocapse (Cydia pomonella L.)*. GRAB.
- Oualid F., 2018.** Monitoring du carpocapse des pommes et diffusion des alertes pas SMS. In : *Proceeding des résumés de Séminaire national Smart farming: Un challenge à l'agriculture algérienne*, Batna, Algérie, 24 au 25 Avril 2018.
- Scalla R., 1991.** *Les herbicides, mode d'action et principe d'utilisation*. Paris: Inra.
- Smeeckens S., Ma J., Hanson J., Rolland F., 2010.** Sugar signals and molecular networks controlling plant growth. *Current Opinion in Plant Biology*, 13(3): 273-278. doi: [10.1016/j.pbi.2009.12.002](https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.12.002)
- Treder W., 2010.** Crop loading studies with 'Jonagold' apple tree. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18(1): 59-69.
- Vicente C., Boutaleb Joutei A., Lebrun Ph., 2003.** Quelles stratégies de lutte contre les acariens ravageurs du pommier au Maroc? *Parasitica*, 59(1-2): 25-41.
- Wang C.-J., Liu Z.-Q., 2007.** Foliar uptake of pesticides. Present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87(1): 1-8. doi: [10.1016/j.pestbp.2006.04.004](https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2006.04.004)
- Xu L., Zhu H., Ozkan H.E., Bagley W.E., Krause C.R., 2011.** Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with type and concentration of adjuvants. *Pest Management Science*, 67(7): 842-851. doi: [10.1002/ps.2122](https://doi.org/10.1002/ps.2122)

Stratégies d'adaptations de la culture du blé dur face aux changements climatiques futurs en Algérie: 1- Gestion des semis

Nacira Chourghal¹, Frédéric Huard²

¹ Laboratoire CVRN, Université Bordj Bou Arreridj (Algérie)

² US 1116 Agroclim, Avignon (France)

Résumé. Nous présentons ici une stratégie d'adaptation des effets du changement climatique basée sur la gestion de la date de semis. Deux zones d'étude sont choisies : Alger au centre et Bordj Bou Arreridj dans la zone Est du pays. Des données climatiques observées couvrant la période 1978-2007 pour Alger et 1980-2009 pour Bordj Bou Arreridj, et des simulations futures du climat actuel (même période que l'historique) et du futur lointain (2071-2100), obtenues à partir du modèle climatique ARPEGE de Météo-France, exécutées selon le scénario SRES moyen A1B, sont utilisées pour la réalisation du présent travail. La simulation de la culture dans les conditions climatiques futures est réalisée par un simple modèle agro météorologique qui fonctionne à l'échelle journalière. Deux situations de semis sont testées : une date dynamique choisie durant la période traditionnelle des semis sur la base d'un critère pluviométrique et une date prescrite avec apport d'irrigation au jour même du semis. Les projections futures indiquent un réchauffement de l'ordre de +2.8 °C et de +3.3 °C respectivement à Alger et à Bordj Bou Arreridj vers la fin du 21^{ème} siècle. La précipitation moyenne annuelle décroît de -18 % à Alger. A Bordj Bou Arreridj, la précipitation moyenne annuelle diminue seulement de -8% du fait des augmentations importantes calculées pendant la période Juin-Octobre (+37%). Le cycle de culture est indiqué subir un raccourcissement dans le climat futur dans les deux régions et quel que soit la stratégie de semis. Le statut hydrique ainsi que le rendement sont négativement impactés. Exceptionnellement à Bordj Bou Arreridj et en raison des fortes augmentations de pluies projetées en fin d'été- début d'automne, la situation de semis dynamique permet la de garder le niveau actuel des rendements dans la région.

Mots clés. Algérie - Changement climatique – Adaptation - Date de semis - Rendement.

I - Introduction

En Afrique du Nord, les précipitations annuelles sont susceptibles de diminuer de 10 % à 20 % au cours du 21^{ème} siècle (Gibelin et Déqué, 2003) et la température pourrait augmenter de 2 à 3 °C d'ici 2050 (Paeth *et al.*, 2009). Les études montrent que l'agriculture africaine est susceptible d'être la plus touchée du fait de sa forte dépendance des faibles revenus de l'agriculture pluviale, mais surtout en raison de sa faible capacité d'adaptation (Mertz *et al.*, 2009).

En Algérie, le secteur agricole dépend essentiellement des précipitations et l'agriculture pluviale couvre 98,6 % de la superficie agricole totale (Schilling *et al.*, 2012). La céréaliculture domine le Nord de l'Algérie, et est pratiquée en pluviale sur 97 % de la Surface Agricole Utile (SAU). Cependant, la production dans ce secteur reste faible et ne répond qu'au quart du besoin annuel de consommation estimé à 80 millions de quintaux. Les projections montrent que cette situation va s'accroître encore plus dans le climat futur et indiquent que les sociétés en zone sud du bassin méditerranéen vont vivre des situations d'insécurité alimentaire encore plus graves (Lobell *et al.*, 2008). Toutefois, ces situations peuvent être influencées par la prise en considération de l'interaction avec les pratiques culturales (Ventrella *et al.*, 2012). Particulièrement le semis précoce semble pouvoir atténuer les effets négatifs du changement climatique futur sur le blé dur en zone sud méditerranéenne (Rosenzweig et Tubiello, 1997; Lhomme *et al.*, 2009).

Dans cette étude nous présentons une stratégie d'atténuation des effets du changement climatiques sur la culture du blé dur, basée sur la gestion de la date de semis.

II - Matériels et Méthodes

1. Zones d'étude

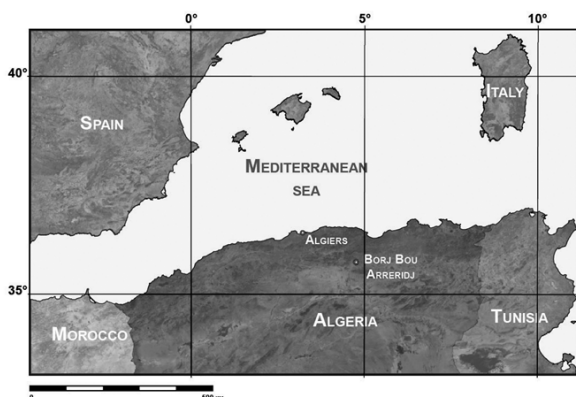
Deux régions différentes sont choisies dans notre étude : Alger (lat. 36.77° N, long. 3.22°E, alt. 24m) dans l'étage bioclimatique subhumide et Bordj Bou Arreridj (lat. 36.07° N, long. 4.77°E, alt. 930 m) située dans les Hautes Plaines Est du pays. A Alger la pluviométrie annuelle est les 600 mm et les sols sont profonds et fertiles. Bordj Bou Arreridj se trouve sous l'influence de « l'Atlas Tellien » qui limite les précipitations hivernales (350-450 mm) et le Sahara et « l'Atlas Saharien », responsables de masses d'air sec. Les sols de la région sont à texture lourde à très lourde, à faible profondeur et à teneur modérée en matière organique.

2. Climat historique et changement climatique futur

Trente années de données climatiques journalières observées (de 1978 à 2007 à Alger et de 1980 à 2009 à Bordj Bou Arreridj) ont été collectées à partir des stations météorologiques des deux régions d'étude. La simulation du climat est faite par le modèle climatique ARPEGE-Climat, version 4 de Météo-France (Déqué, 2007), selon le scénario SRES A1B. Le modèle génère une première série de 30 ans représentant le climat présent sur la même période que l'historique, et une deuxième série de données représentant le climat futur possible de 1971 à 2100. Le changement dans le climat est estimé par la méthode des anomalies (Déqué, 2007).

3. Simulation de la culture du blé dur

Un simple modèle générique agrométéorologique qui fonctionne à l'échelle régionale est utilisé. Le modèle simule le développement de la culture à travers le temps thermique et le rendement potentiel au moyen de l'accumulation de l'énergie solaire. Un indice de stress hydrique est déduit d'un modèle journalier de bilan hydrique et enfin le rendement réel est estimé à partir du rendement potentiel corrigé par l'indice de stress hydrique. C'est la combinaison et l'adaptation de modèles déjà appliqués à différentes cultures annuelles.



4. Choix de la date de semis

Deux possibilités de semis sont testées par le modèle ; un semis dynamique : la date de semis n'est pas prescrite, la culture est semée si pendant cinq jours consécutifs ($N_s = 5$) une précipitation cumulée minimale P_s de 20 mm survient. Si ce critère n'est pas rempli, il y a échec du semis. Dans la situation présente, la date de semis est limitée à la période traditionnelle de

semis du blé en Algérie. Dans le climat présent (indice a), elle est définie entre JA1 = 305 (1^{er} Novembre) et JA2 = 365 (31 Décembre), JA désignant le jour de l'année. Pour le scénario futur (indice f), cette période de semis est étendue du 1^{er} Octobre au 31 Janvier, afin de prendre en compte les effets possibles du changement climatique (le critère de semis utilisé peut survenir avant ou après les limites traditionnelles). La deuxième option de semis consiste en un semis prescrit dans lequel la date de semis JA est fixée au 1^{er} Novembre avec une irrigation d'appoint (P_s) le jour même.

III - Résultats et discussion

1. Le changement climatique futur

A Alger, le modèle ARPEGE prévoit un réchauffement moyen de la zone de 2.7°C vers la fin du 21ème siècle. La température future dans la région augmente systématiquement durant toute l'année avec un maximum en été de +3.9°C en Juillet (Figure 1). A Bordj Bou Arreridj le réchauffement moyen est de 3.2°C avec un maximum en Mai de +5.3°C (Figure 2). Les précipitations annuelles à Alger diminuent de -18 %. A l'exception d'une augmentation en Octobre (+6 %), les précipitations mensuelles interannuelles diminuent tout au long de l'année avec une décroissance maximale en Juin et Juillet (supérieure à - 40 %). A Bordj Bou Arreridj, la diminution moyenne des précipitations est de -8 %. Le minimum en Février (-13 %) et le maximum en Avril (-45 %). Du mois de Juin au mois d'Octobre les anomalies indiquent plutôt une augmentation des précipitations futures de +27% avec un maximum de +54 % au mois de Juillet.

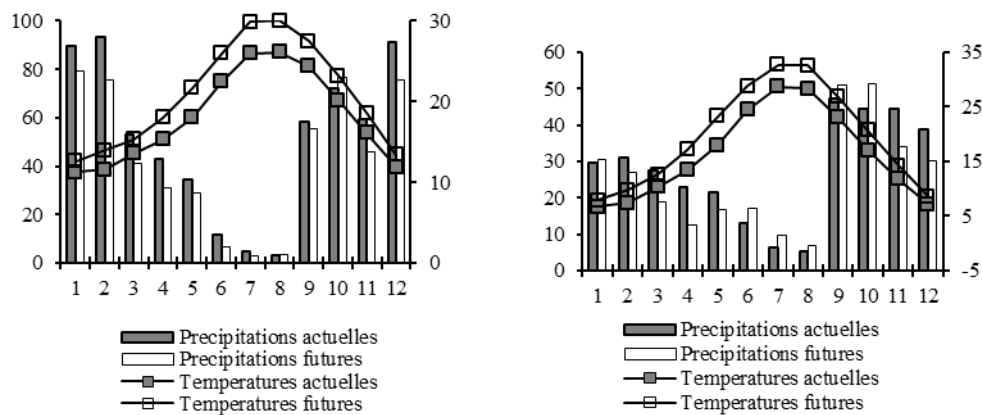


Figure 1. Evolution des températures et des précipitations dans les scénarios actuels et futurs à Alger et Bordj Bou Arreridj (ARPEGE- Climat, Version 4).

2. Impact de la stratégie de semis l'échec du semis

A Alger aucune situation d'échec du semis n'est constatée, que ce soit dans le scénario actuel ou futur. En effet, dans cette région caractérisée par un climat subhumide et des sols profonds, les conditions hydriques actuelles sont favorables et permettent le succès du semis. A Bordj Bou Arreridj et dans la situation présente, il y a eu échec du semis 7 années sur 29, soit un taux d'échec de 24 %. Dans la situation future, ce pourcentage s'annule (Tableau 1).

Tableau 1. Taux d'échec du semis dynamique correspondant aux situations actuelle et future, à Alger et Bordj Bou Arreridj

	Echec du semis (%)			
	Date de semis non prescrite		Date de semis prescrite	
	Alger	Bordj	Alger	Bordj
Situation actuelle	0	24	0	0
Situation future	0	0	0	0

3. Impact de la stratégie de semis sur la longueur du cycle de la culture

A Alger, la date moyenne de semis recule de 41 jours à Alger et de 37 jours à Bordj Bou Arreridj, entre la situation présente et la situation future (Tableau 2). Dans la situation actuelle, bien que la fenêtre de semis soit relativement large (du 1^{er} Novembre au 31 Décembre), les possibilités offertes par le climat pour répondre à la quantité de pluie requise pour les semis restent faibles. Par contre, avec une fenêtre de semis plus large (du 1^{er} Octobre au 31 Janvier) et la distribution future des précipitations, plus avantageuse en été et en début d'automne, le climat futur améliore la probabilité de succès du semis dynamique dans la région. Ces résultats montrent que le semis dynamique sera plus précoce dans le futur dans les deux sites d'étude. Dans le scénario futur et lorsque la date de semis est dynamique, la date moyenne de récolte à Alger avance de 58 jours à Alger et de 52 jours à Bordj Bou Arreridj, par rapport à la situation actuelle. Cet avancement important est dû à la précocité de la date de semis ainsi qu'à l'augmentation des températures futures. Lorsque la date de semis est prescrite, la récolte avance à Alger de 24 jours et de 31 jours à Bordj Bou Arreridj, entre la situation actuelle et le scénario futur. Avec une date de semis non prescrite un raccourcissement du cycle de 17 et 15 jours respectivement à Alger et Bordj Bou Arreridj entre situation actuelle et future est calculé. La longueur du cycle est encore plus réduite dans le cas de semis prescrit et devient 166 et 197 respectivement à Alger et à Bordj Bou Arreridj (Tableau 2). Dans les deux cas de semis et dans nos deux sites d'étude, un raccourcissement du cycle de la culture du blé dur dû à l'augmentation future des températures est confirmé. Nos résultats rejoignent ceux de Moriondo *et al.* (2011) et Ventrella *et al.* (2012), indiquant que le réchauffement futur à travers le Bassin Méditerranéen raccourcit le cycle de croissance du blé dur.

4. Impact de la stratégie de semis sur le rendement en grain du blé dur

L'effet négatif du climat futur sur le rendement réel est très significatif à Alger (Tableau 3). La diminution relative de Ya est de -22 % lorsque la date de semis est prescrite et -40 % dans le cas du semis dynamique. A Bordj Bou Arreridj, la variation relative de Ya entre situation future et actuelle est de -36 % dans le cas de semis prescrit et est nul lorsque le semis est dynamique. Contrairement à Alger, le semis tardif ne permet pas au cycle de croissance d'échapper aux périodes de sécheresse supposées survenir dans le climat futur. Le semis dynamique, par contre, offre de meilleures opportunités par la précocité du semis, en raison des précipitations automnales importantes attendues dans le climat futur. La récolte se réalise plus tôt, permettant d'éviter ainsi les sécheresses de fin de cycle, le problème le plus redoutable pour la céréaliculture dans la région. L'accumulation de la matière sèche peut se faire dans de bonnes conditions d'alimentation hydrique et l'augmentation du niveau de CO₂ attendu dans le futur est suffisant pour garder le rendement à son niveau actuel.

Tableau 2. Date de semis, date de récolte et longueur du cycle de la culture dans les deux situations de semis pour les deux zones d'étude.

	Date de semis (DOY)		Date de récolte (DOY)		Longueur du cycle (day)	
	Alger	Bordj	Alger	Bordj	Alger	Bordj
Date de semis non prescrite						
Situation actuelle	321±10 (17 Nov.)	330±21 (26 Nov.)	144±11 (24 May)	179±8 (28 Jun.)	188±7	214±25
Situation future	280±52 (7 Oct.)	293±19 (20 Oct.)	86±23 (27 Mar.)	127±16 (7 May)	171±8	199±14
Date de semis prescrite						
Situation actuelle	305 (1 Nov.)	305 (1 Nov.)	130±7 (10 May)	168±8 (17 Jun.)	190±7	228±8
Situation future	305 (1 Nov.)	305 (1 Nov.)	106±6 (16 Apr.)	137±7 (17 May)	166±6	197±7

Tableau 3. Indice de stress hydrique, rendement réel et sa diminution relative entre scénario actuel et futur dans les deux situations de semis pour les deux zones d'étude.

	ISH (%)		Y _a (t ha ⁻¹)		RY _a (%)	
	Alger	Bordj	Alger	Bordj	Alger	Bordj
Date de semis non prescrite						
Situation actuelle	8±5	45±18	2.0±0.2	1.1±0.4		
Situation future	26±15	57±15	1.2±0.4	1.1±0.4		
					-40	0
Date de semis prescrite						
Situation actuelle	9±4	52±11	1.8±0.2	1.4±0.4		
Situation future	25±14	63±10	1.4±0.4	0.9±0.4		
					-22	-36

III - Conclusions

Le changement climatique futur influe aussi bien sur les dates de réalisation des différentes phases phénologiques que sur leur durée. Dans le cas de semis dynamique, le semis et la récolte dans les deux zones d'étude sont plus précoces, ce qui a pour résultat un raccourcissement du cycle de 16 jours en moyenne. Le déficit hydrique cultural DHC et l'indice de stress hydrique ISH sont tous deux plus importants à Bordj Bou Arreridj qu'à Alger, mais augmentent plus significativement à Alger qu'à Bordj Bou Arreridj dans le climat futur. Exceptionnellement, la situation de semis dynamique à Bordj Bou Arreridj permet d'améliorer le bilan hydrique de la culture d'un taux de +6 %. L'effet du climat est significativement négatif sur le rendement réel dans les deux zones d'études. Exceptionnellement, le semis dynamique à

Bordj Bou Arreridj présente de meilleures opportunités hydriques dans le futur induisant une récolte plus précoce permettant donc d'éviter les sécheresses de fin de cycle. L'accumulation de la matière sèche peut se faire dans de bonnes conditions d'alimentation hydrique et l'augmentation du niveau de CO₂ attendu dans le futur est suffisant pour garder le rendement à son niveau actuel.

Références bibliographiques

- Déqué M., 2007.** Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: model results and statistical correction according to observed values. *Global Planet Change*, 57: 16-26. [doi: 10.1016/j.gloplacha.2006.11.030](https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.030)
- Gibelin A.L., Déqué M., 2003.** Anthropogenic climate change over the Mediterranean region simulated by a global variable resolution model. *Climate Dynamics*, 20: 327-339. [doi: 10.1007/s00382-002-0277-1](https://doi.org/10.1007/s00382-002-0277-1)
- Lhomme J.P., Mougou R., Mansour M., 2009.** Potential impact of climate change on durum wheat cropping in Tunisia. *Climate Change*, 96: 549-564. [doi: 10.1007/s10584-009-9571-9](https://doi.org/10.1007/s10584-009-9571-9)
- Lobell D.B., Burke M.B., Tebaldi C. et al., 2008.** Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319: 607-610.
- Mertz O., Halsnaes K., Olesen J.E., Rasmussen K., 2009.** Adaptation to climate change in developing countries. *Environmental Management*, 43: 743-752. [doi: 10.1007/s00267-008-9259-3](https://doi.org/10.1007/s00267-008-9259-3)
- Moriondo M., Giannakopoulos C., Bindi M., 2011.** Climate change impact assessment: the role of climate extremes in crop yield simulation. *Climate Change*, 104: 679-701. [doi: 10.1007/s10584-010-9871-0](https://doi.org/10.1007/s10584-010-9871-0)
- Paeth H., Born K., Girmes R., Podzun R., Jacob D., 2009.** Regional climate change in Tropical and Northern Africa due to greenhouse forcing and land use changes. *Journal of Climate*, 22: 114-132. [doi: 10.1175/2008JCLI2390.1](https://doi.org/10.1175/2008JCLI2390.1)
- Schilling J., Freier K. P., Hertig E., Scheffran J., 2012.** Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 156: 12-26. [doi: 10.1016/j.agee.2012.04.021](https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.021)
- Ventrella D., Charfeddine M., Moriondo M., Rinaldi M., Bindi M., 2012.** Agronomic adaptation strategies under climate change for winter durum wheat and tomato in southern Italy: irrigation and nitrogen fertilization. *Regional Environmental Change*, 12(3): 407-419. [doi: 10.1007/s10113-011-0256-3](https://doi.org/10.1007/s10113-011-0256-3)

Trapping methodologies for functional canopy arthropod diversity in olive agroecosystem

Anastazija Dimitrova, Ioannis Livieratos, Vasileios Gkisakis

Department of Sustainable Agriculture, CIHEAM Chania (Greece)

Abstract. The value of a diverse and balanced community of canopy arthropods is undeniable in terms of pest management and overall agroecosystem functionality. However, a suitable monitoring methodology for them has not been well defined, especially in perennial crops. Field sampling conducted in Crete, Greece during autumn and spring was done in order to look into two types of trapping methodologies, yellow sticky traps (YST) and transparent sticky traps (TST) in organically managed olive orchard. The caught arthropods were organized in functional groups and compared on this basis. Although the differences between the diversity indices were not statistically significant, some differences came up between the total abundance and abundance of certain orders. The YST had a much higher abundance of arthropods while in absolute numbers, the TST present a more diverse and even canopy arthropod community. The agroecological approach seems to be useful and practical in terms of characterization of the properties of the YST and TST. Using the TST as a low cost, less labour demanding, replicable and easily set trapping methodology is suitable for estimation of the biodiversity of the canopy arthropods. This suggested that further research set on this approach can help in assessment and recommendation for further practices in perennial crops in order to reach a more stable and productive agroecosystem from ecological, social and economical aspect.

Keywords. Agroecology - Monitoring - Coloured sticky traps.

Méthodologies de piégeage pour une diversité fonctionnelle d'arthropodes de canopée dans un agroécosystème d'olivier

Résumé. La valeur d'une communauté diverse et équilibrée d'arthropodes de canopée est un atout majeur pour une bonne gestion d'insectes et un agroécosystème fonctionnel. Cependant, une méthode adéquate de monitoring pour les communautés d'arthropodes n'est pas encore établie, surtout dans les espèces pérennes. Dans un champ cultivé biologiquement, un échantillonnage en plein champ a eu lieu en Crète, Grèce pendant le printemps et l'automne afin de comparer deux types de pièges à colle, le premier est un piège jaune (YST) et le deuxième est transparent (TST). Les arthropodes capturés ont été classifiés en groupes fonctionnels et comparés sur cette base. Bien que les différences entre les indices de diversité n'étaient pas statistiquement significatives, quelques différences ont été observées entre l'abondance totale et l'abondance de certains ordres. Les YST présentaient plus d'arthropodes, alors qu'en nombre absolu les TST avaient une communauté d'arthropodes plus diverse et régulière. Par conséquent, l'approche agroécologique semble être utile et pratique en termes de caractérisation des propriétés des deux méthodes de piégeage (YST et TST). Avoir recours aux pièges transparents (TST) comme méthode à coût minime, nécessitant peu de labour, reproductible, et facilement établie, peut être considérée comme méthode convenable pour l'estimation de la biodiversité des arthropodes de canopée. Des travaux d'optimisations pour cette méthode sont donc nécessaires afin qu'elle puisse devenir un atout dans les travaux de monitoring d'agro-biodiversité, dans le but ultime d'assurer un agroécosystème plus stable, productif tant à l'échelle économique qu'aux échelles écologiques et sociales.

Mots-clés. Agroécologie - Monitoring - Piège adhésif coloré.

I - Introduction

For millenniums, the Mediterranean region has been exposed to anthropogenic activities which have resulted in a region with an especially high level of biodiversity, combined with natural ecosystems' evolution (Sokos *et al.*, 2013). The olive biocenosis is a valuable and inseparable part of the Mediterranean landscape, culture and lifestyle. The perennial olive agroecosystem is considered to be especially rich and generally more stable than other agricultural system with a

close resemblance to the natural Mediterranean ecosystems (Loumou and Giourga, 2003) and optimization of the management could lead towards higher ecosystem stability and resilience (Landis, 2017) as well food security (Thrupp, 2000).

In the Mediterranean countries there is an increasing interest in effective and sustainable measures against pest species and prevention of pest outbreaks (Picchi *et al.*, 2017). Therefore, a site-specific agroecological approach that predominantly relies on local characteristics of the working area with the surroundings, and focuses on better understanding of pre-determined functional group(s) in a targeted context (Bárberi, 2013) is suitable for studies focusing on the control of main pests and even further, the comparison of biodiversity monitoring methodologies. Functional biodiversity has shown to be an important tool in terms of biodiversity, as it expresses the contribution to agroecosystem services and functioning (Laureto *et al.*, 2015; Gkisakis *et al.*, 2018). Indeed, the olive orchards benefit from the numerous functional services provided by arthropods since they are more specialized, adapted to specific plants and habitats and perform crucial services in the ecosystem they inhabit (Pimentel *et al.*, 1992) due to their abundance and diversity (Loumou and Giourga, 2003). Additionally, the integrated and organic olive orchards exhibit a higher arthropod abundance than conventionally managed orchards (Santos *et al.*, 2007; Picchi *et al.*, 2017; Gkisakis *et al.*, 2018). Therefore, a suitable trapping methodology of olive canopy arthropods, selected according to the scope of the study, is crucial in order to obtain comparable data (Basset *et al.*, 1996). For biodiversity assessments, the aim is to yield a more various and abundant sample regardless of the number of replications (Basset *et al.*, 1996; Ozanne, 2005; Missa *et al.*, 2009; Yi *et al.*, 2012) and preserve (most of) the individuals in condition suitable for identification (Yi *et al.*, 2012). A passive sampling methodology as the sticky traps that relies on the movement of the arthropods towards the traps (Gullan and Cranston, 2005) can provide satisfactory results with smaller investment, since they are cheap, can be used in large numbers and suitable for replication (Basset *et al.*, 1996; Young, 2005).

The objective of this study was to compare the arthropod community trapped by yellow and transparent sticky traps by following an agroecological approach and differentiation of functional groups of arthropods and define the characteristics of both trapping methodologies.

II - Materials and methods

1. Study site and trapping methodology

The trapping of canopy arthropods was conducted in an organic olive orchard located in the region of Chania, north-west part of Crete, Greece (Figure 1-A). Two trapping periods were planned over the course of two seasons, one in autumn and one in spring, each lasting five weeks. Throughout the olive orchards, a total number of 10 trapping sites were chosen for trapping in both sampling periods. The traps were set centrally, in the olive tree canopy at a suitable position without obstructions from by branches or leaves (Figure 1-B). Two types of traps were regularly set and replaced: commercially available yellow sticky trapst (YST) and lab-produced transparent sticky traps (TST) as a novel and appropriate approach (Gkisakis *et al.*, 2018).

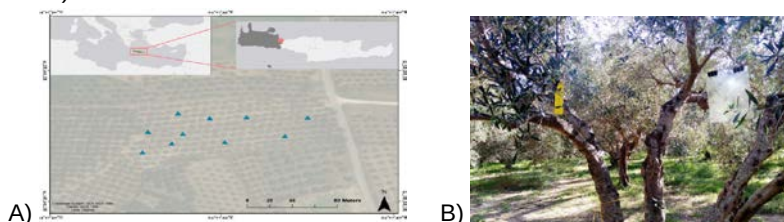


Figure 1. A) Map with sampling site B) Photo of both traps set on field.

2. Data analysis

The arthropods were identified on a higher taxonomic level of order, suitable for efficient biodiversity assessment (Cotes *et al.*, 2011) and classified in two functional groups, those with positive functionality (biological pest control group - BPC) and those with negative functionality (main olive pests). Due to their importance in the olive agroecosystem, relevant arthropods were identified to the level of species/family. The comparison between the YST and TST took into consideration (1) Specific taxa abundance, (2) Total catches, (3) Abundance of functional arthropod groups, (4) Richness of taxa - S, (5) Shannon-Weaver index - H', (6) Pielou's index - J and (7) Reverse Simpson index - 1-D. The data normality was assessed through the non-parametric Mann-Whitney test with a significance reported at level $p < 0.05$ and $p < 0.001$.

III - Results and discussion

1. Arthropod abundance and diversity

In total, 43,302 arthropods were caught, out of which the YST captured 33,489 individuals while the TST captured 9,813 individuals. The taxa were classified in 10 orders - *Araneae*, *Diptera*, *Hemiptera/Heteroptera*, *Hemiptera/Homoptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Neuroptera*, *Psocoptera*, *Thysanoptera* and *Coleoptera*; 5 families - *Syrphidae*, *Asilidae*, *Ichneumonidae*, *Chrysopidae* and *Hemerobiidae*; and 4 species - *Bactrocera Oleae*, *Psytallia Concolor*, *Margaronia Unionalis*, and *Prays Oleae*.

The groups with positive functionality, biological pest control group (BPC) took into account the taxa of canopy arthropod fauna that are considered to be predators and parasites of the main olive pests. A total number of 4761 arthropods or 10.99% of the total catches, considered as BPC, were captured and identified during both sampling seasons. The YST caught 70.47% (3355 individuals) of the arthropods belonging to this group while the TST caught 29.53% (1406 individuals). This group took into account the abundance of fam. *Syrphidae* and fam. *Asilidae* from order *Diptera*; sp. *Psytallia concolor* and fam. *Ichneumonidae* from order *Hymenoptera*; fam. *Chrysopidae* and fam. *Hemerobiidae* from order *Neuroptera* and order *Araneae*. Most abundant of these were *Asilidae* during the autumn sampling and *Ichneumonidae* during the spring sampling.

A separate group of the main pests of the olive tree that is characterized with negative functionality was assembled and included sp. *Bactrocera oleae*, sp. *Prays oleae* and sp. *Margaronia unionalis*. However, during the sampling only individuals of *B. Oleae* were caught. Out of the total catches, 251 individuals (0.58% of the arthropods monitored) belonged to this group. The YST caught a total of 223 individuals (88.84%) while TST caught 28 pests (11.16%). In terms of this functional group, there was a considerable difference between autumn and spring sampling, with a total of 238 *B. Oleae* caught during the autumn and only 13 caught during the spring. This is due to the biological cycle and population dynamics of *B. Oleae* which in early autumn reaches its activity peak as adult (Therios, 2009) and it has already been seen in previous studies (Gkisakis *et al.*, 2018).

The arthropod abundance difference in terms of the total, BPC and pest abundance is shown in the figure below (Figure 2).

The abundance of arthropods belonging to different orders on the YST and TST varied, leading to a different ranking of the taxa in terms of the trapping methodology (Table 1). With the YST the most dominant taxa captured were *Diptera* (61.2%), followed by *Thysanoptera* (16.2%), *Hymenoptera* (13.7%), *Hemipt./Homoptera* (3.8%) and *Psocoptera* (2.2%). The remaining five of the identified ten orders were present in abundance < 1%. With the TST, *Diptera* was also the dominant order (51.8%), followed by *Hymenoptera* (16.8%), *Thysanoptera* (14.3%), *Psocoptera* (2.4%) and *Coleoptera* (1.4%) with the remaining five orders present in abundance

≤ 1%. Using the same methodology, Gkisakis (2018) had a similar ranking of the orders present in the olive tree canopy captured by transparent traps.

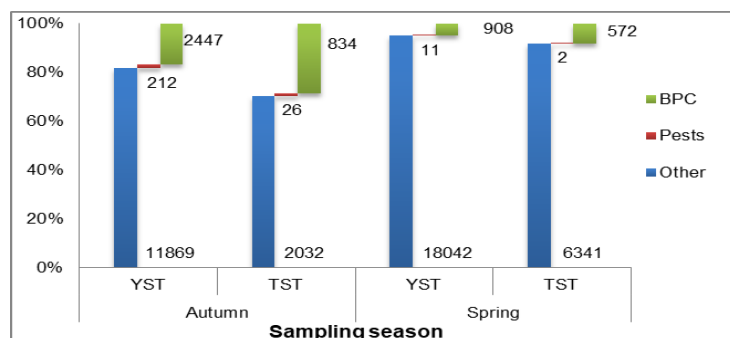


Figure 2. Total, BPC and pest abundance throughout the two sampling seasons.
BPC, biological pest control; YST, yellow sticky trap; TST, transparent sticky trap.

Table 1. Ranking and abundance of arthropods in terms of trapping methodology.

YELLOW STICKY TRAPS			TRANSPARENT STICKY TRAPS		
Orders	Abundance	Ranking	Orders	Abundance	Ranking
Diptera	20,480	1	Diptera	5086	1
Thysanoptera	5416	2	Hymenoptera	2703	2
Hymenoptera	4586	3	Thysanoptera	791	3
Hemipt./Homoptera	1289	4	Psocoptera	293	4
Psocoptera	746	5	Coleoptera	291	5
Coleoptera	304	6	Hemipt./Homoptera	268	6
Araneae	255	7	Araneae	178	7
Neuroptera	176	8	Hemipt./Heteroptera	88	8
Hemipt./Heteroptera	157	9	Neuroptera	71	9
Lepidoptera	80	10	Lepidoptera	44	10
TOTAL	33,489		TOTAL	9,813	

2. Statistical analysis

In the univariate data analysis there was a statistically significant difference between the two types of trapping methodologies in terms of the total abundance which is much higher for the YST than TST. In terms of specific arthropod groups, a difference in noticeable for the abundance of *Diptera* and *Homoptera* ($p < 0, 01$) as well as for *P.Concolor* and *Thysanoptera* ($p < 0, 05$) (Table 2). *Diptera* are naturally attracted to yellow traps (Bekker *et al.*, 2017) and the general high abundance of *Diptera* is correlated with the high abundance of *Asilidae* which could be due to swarm behaviour of this arthropods, generally associated with availability of specific prey groups (Neill, 2011). The natural attraction of *Homoptera* towards yellow as seen before in a study with yellow pan traps (Petacchi and Minnocci, 1994) also explains the

statistically significant difference between the YST and TST. Even though many hymenopterans are biased towards the yellow traps (Gullan and Cranston, 2005) other studies suggest that *P. Concolor* does not have a colour preference (Benelli and Canale, 2012) and it is generally present in the olive orchards. Arthropods belonging to the order *Thysanoptera* have been also reported as an abundant group present in the olive (Gharbi *et al.*, 2012) but research suggests that these arthropods have no specific preference towards yellow colour (Kirk, 1984; Gillespie and Vernon, 1990).

Table 2. Comparison of accumulative abundance, richness and biodiversity indices.

Taxa	YST	TST	Taxa	YST	TST	Abun./Ind.	YST	TST
Ord. Araneae	255	178	Ord. Lepidoptera	80	44	Total	33489**	293
Ord. Diptera	20480**	5086	sp. <i>M. Unionalis</i>	0	0	Pests	5416	791
fam. <i>Syrphidae</i>	2	4	sp. <i>P. Oleae</i>	0	0	BPC	304	291
fam. <i>Asilidae</i>	2573	920	Ord. Neuroptera	176	71	J	0,506	0,559
sp. <i>B Oleae</i>	223	28	fam. <i>Chrysopidae</i>	12	8	H'	1,152	1,275
Ord. Hemipt./Heteroptera	157	88	fam. <i>Hemerobiidae</i>	9	2	1-D	0,556	0,586
Ord. Hemipt./Homoptera	1289**	268	Ord. Psocoptera	746	293			
Ord. Hymenoptera	4586	2703	Ord. Thysanoptera	5416*	791			
sp. <i>P. Concolor</i>	26*	6	Ord. Coleoptera	304	291			
fam. <i>Ichneumonidae</i>	478	288						

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$: level of significance applied for comparison of trapping methodologies using Mann-Whitney test; YST, yellow sticky traps; TST, transparent sticky traps; BPC, biological pest control; S, richness of taxa; J, Pielou's index; H', Shannon-Weaver index; 1-D, Reverse Simpson index.

Overall, the data analysis suggests that the YST captured statistically more significant number of arthropod and therefore have a higher abundance. In terms of diversity, there is no statistically significant difference between the two trapping methodologies based on the biodiversity indices taken into consideration. However, in absolute numbers even though the YST have a higher abundance, the TST captured a more diverse and even canopy arthropod community (Table 3).

IV - Conclusions

Following an agroecological approach has shown to be a practical and adaptable way to obtain information regarding the functioning of a well-established perennial agroecosystem as the olive crop. Using two trapping methodologies for canopy arthropods over a period of two sampling seasons comparable data was gathered. The YST have shown to be highly attractive for the canopy arthropods that inhabit the olive orchards and they gathered a more abundant sample. On the other hand, the TST had a lower abundance and, though statistically insignificant, in terms of raw data higher evenness and diversity of the canopy arthropod community. This suggests that the TST, as a novel approach, are suitable as a passive, unbiased, low

demanding trapping methodology which can be easily replicated and adapted for different study sites. As such, it becomes a significant part of an assessment regarding the functioning of valuable agroecosystems and its inclusion in further research can provide recommendations for agricultural optimization.

Table 3. Arthropod abundance and biodiversity indice values over both sampling periods.

SEASON	AUTUMN									
	Week 1		Week 2		Week 3		Week 4		Week 5	
TRAPS	YST	TST	YST	TST	YST	TST	YST	TST	YST	TST
Total	3997	377	2669	354	698	134	3168	744	3996	1289
S	9	10	10	8	10	10	10	10	10	10
J	0.39	0.63	0.53	0.46	0.66	0.71	0.47	0.52	0.22	0.28
H'	0.87	1.45	1.23	0.95	1.52	1.64	1.07	1.20	0.50	0.65
1-D	0.38	0.63	0.61	0.41	0.72	0.73	0.51	0.57	0.20	0.28

SEASON	SPRING									
	Week 6		Week 7		Week 8		Week 9		Week 10	
TRAPS	YST	TST	YST	TST	YST	TST	YST	TST	YST	TST
Total	5666	1335	2646	969	3824	1520	2597	1276	4228	1818
S	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10
J	0.46	0.6	0.53	0.58	0.57	0.56	0.59	0.59	0.66	0.66
H'	1.06	1.37	1.23	1.33	1.3	1.28	1.36	1.35	1.37	1.52
1-D	0.54	0.64	0.6	0.62	0.67	0.63	0.67	0.65	0.68	0.72

YST, yellow sticky traps; TST, transparent sticky traps; BPC, biological pest control; S, richness of taxa; J, Pielou's index; H', Shannon-Weaver index; 1-D, Reverse Simpson index.

References

- Bárberi P., 2013. Functional agrobiodiversity: The key to sustainability? In: Bhullar G.S., Bhullar N.K. (eds.). *Agricultural sustainability. Progress and prospects in crop research*. Amsterdam: Elsevier, pp. 3-17.
- Basset Y., Springate N.D., Aberlanc H.P., Delvare G., 1996. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. In: Stork N.E., Adis J., Didham R. K. (eds.). *Canopy arthropods*. London: Chapman and Hall, pp. 27-38.
- Bekker G.F.H.v.G., Addison, M. F., Addison P., 2017. Comparison of two trap types for monitoring *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). Commercial olive groves of the Western Cape Province, South Africa. *African Entomology*, 25(1): 98-107. doi: [10.4001/003.025.0098](https://doi.org/10.4001/003.025.0098)
- Canale A., Benelli G., 2012. Impact of mass-rearing on the host seeking behaviour and parasitism by the fruit fly parasitoid *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Pest Science*, 85(1): 65-74. doi: [10.1007/s10340-011-0382-1](https://doi.org/10.1007/s10340-011-0382-1)
- Cavalloro R., 1992. *Integrated pest control in olive groves*. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, pp. 67-76.
- Cotes B., Campos M., García P.A., Pascual F., Ruano F., 2011. Testing the suitability of insect orders as indicators for olive farming systems. *Agricultural and Forest Entomology*, 13(4): 357-364. doi: [10.1111/j.1461-9563.2011.00526.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00526.x)

- Gharbi N., Dibo A., Ksantini M., 2012. Observation of arthropod populations during outbreak of olive Psyllid *Euphyllura olivina* in Tunisian olive groves. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 7(1): 27-34.
- Gillespie D. R., Vernon R.S., 1990. Trap catch of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) as affected by color and height of sticky traps in mature greenhouse cucumber crops. *Journal of Economic Entomology*, 83(3): 971-975. doi: [10.1093/jee/83.3.971](https://doi.org/10.1093/jee/83.3.971)
- Gkisakis V.D., Bàrberi P., Kabourakis E.M., 2018. Olive canopy arthropods under organic, integrated, and conventional management. The effect of farming practices, climate and landscape. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(8): 843-858. doi: [10.1080/21683565.2018.1469066](https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1469066)
- Gullan P.J., Cranston P.S., 2005. *The insect an outline of entomology*. 5th ed. Wiley- Blackwell.
- Kirk W.D.J., 1984. Ecologically selective coloured traps. *Ecological Entomology*, 9(1): 35-41. doi: [1111/j.1365-2311.1984.tb00696.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1984.tb00696.x)
- Landis D. A., 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18: 1-12.
- Laureto L.M.O., Cianciaruso M.V., Samia D.S.M., 2015. Functional diversity: An overview of its history and applicability. *Natureza e Conservação*, 13(2): 112-116. doi: [10.1016/j.ncon.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.11.001)
- Loumou A., Giourga C., 2003. Olive groves: The life and identity of the Mediterranean. *Agriculture and Human Values*, 20(1): 87-95. doi: [10.1023/A:1022444005336](https://doi.org/10.1023/A:1022444005336)
- Missa O., Basset Y., Alonso A., Miller S. E., Curletti G., De Meyer M., Eardley C., Mansell M. W., Wagner T., 2009. Monitoring arthropods in a tropical landscape: Relative effects of sampling methods and habitat types on trap catches. *Journal of Insect Conservation*, 13(1): 103. doi: [10.1007/s10841-007-9130-5](https://doi.org/10.1007/s10841-007-9130-5)
- Neill M. O., 2011. Temporal and spatial dynamics of predation in a robber fly (*Efferia staminea*) population (Diptera : Asilidae). *Canadian Journal of Zoology*, 70(8):1546-1552.
- Ozanne C. M. P., 2005. Techniques and methods for sampling canopy insects. In: Leather S.R. (ed.). *Insect sampling in forest ecosystems*. Wiley, pp. 146–167.
- Petacchi R., Minnocci A., 1994. Impact of different *Bactrocera oleae* (Gmel) control strategies on olive-grove entomofauna. *Acta Horticulturae*, pp. 399-402. doi: [0.17660/ActaHortic.1994.356.85](https://doi.org/0.17660/ActaHortic.1994.356.85)
- Picchi M. S., Marchi S., Albertini A., Petacchi R., 2017. Organic management of olive orchards increases the predation rate of overwintering pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 108: 9-15. doi: [10.1016/j.biocontrol.2017.02.002](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.02.002)
- Pimentel D., Stachow U., Takacs D.A. et al., 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. Most biological diversity exists in human-managed ecosystems. *Bioscience*, 42(5): 354-362. doi: [10.2307/1311782](https://doi.org/10.2307/1311782)
- Santos S. A. P., Cabanas J. E., Pereira J. A., 2007. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. *European Journal of Soil Biology*, 43(2): 77-83. doi: [10.1016/j.ejsobi.2006.10.001](https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.001)
- Sokos C. K., Mamolos A.P., Kalburtji K.L., Birtsas P.K., 2013. Farming and wildlife in Mediterranean agroecosystems. *Journal for Nature Conservation*, 21(2): 81–92. doi: [10.1016/j.jnc.2012.11.001](https://doi.org/10.1016/j.jnc.2012.11.001)
- Therios I., 2009. *Crop production science in horticulture - Olives*. CABI International.
- Thrupp L. A., 2000. Linking agricultural biodiversity and food security: The valuable role of sustainable agriculture. *International Affairs*, 76(2): 283-297. doi: [10.1111/1468-2346.00133](https://doi.org/10.1111/1468-2346.00133)
- Yi Z., Jinchao F., Dayuan X., Weiguo S., Axmacher J.C., 2012. A comparison of terrestrial arthropod sampling methods. *Journal of Resources and Ecology*, 3(2): 174-182. doi: [10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.010](https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.010)
- Young M., 2005. Insects in flight. In: Leather S.R. (ed.). *Insect sampling in forest ecosystems*. Wiley, pp. 116-145.

Analysis and diagnosis of nitrogen nutrition in durum wheat for the design of a nitrogen fertilizer grid in the semi-arid region

Chadda Douniazed, Halitim Amor

Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences Batna1 (Algeria)

Abstract. Improving the efficiency of nitrogen use by crops has become imperative in the current and future economic and environmental context. Nitrogen fertilization is often considered as the practice with the greatest impact on crop growth. However, optimizing its management is highly dependent on soil conditions and intra- annual climatic achievements. The fractionation of nitrogen fertilizer inputs is a relevant approach to better match crop needs with nitrogen supplies. Nitrogen fertilization strategies that combine the fractionation of the total recommended agricultural plot-scale with the assessment of the nitrogen requirement during the growing season can greatly help to better match nitrogen requirements and supplies. This will increase the efficiency of nitrogen use of the applied fertilizer. The final objective of these strategies is to assist in deciding whether to apply complementary nitrogen fractions and how much nitrogen to apply. It may be easier to look at the crop itself as an indicator of its nitrogen requirement. In fact, the biomass produced is often considered to integrate well the effects of conditions occurring during the growing season. The objective of this work carried out over several years on several sites in different regions where we have chosen, in this article the site of the region of El-outaya for a single 2016/2017 agricultural campaign, is to study the effects of different fractionation of a rate of 69 NU per hectare on aerial biomass, 1000 grain weight, grain yield, grain protein content, dry matter nitrogen content and chlorophyll content durum wheat to establish a nitrogen fertilizer grid in the semi-arid region. The results obtained showed highly significant effects on all the parameters studied. This study confirms that a dose of 69 units of nitrogen, applied in two fractions (Df) distributed 2/3 at tillering and 3/4 at the stage of 1cm spike improves all the parameters studied compared to the control (Dt) and the dose made in the tillering stage (D0). The chlorophyll content recorded in (Df) indicates that the plant is well fed with nitrogen, so it is not interesting to use another fraction of nitrogen, knowing that the protein is not valued at this time in Algeria.

Keywords. Nitrogen fertilizers - Chlorophylls - Nitrogen fractionation - Semiarid zones - Hard wheat.

Analyse et diagnostic de la nutrition azotée du blé dur pour la conception d'une grille de fertilisation azotée, en région semi-aride

Résumé. L'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote par les cultures est devenue impérative dans le contexte économique et environnemental actuel et à venir. La fertilisation azotée est souvent considérée comme la pratique ayant le plus grand impact sur la croissance des cultures. Cependant, l'optimisation de sa gestion est fortement dépendante des conditions de sol et des réalisations climatiques intra-annuelles. Le fractionnement des apports d'engrais azotés est une approche pertinente pour une meilleure adéquation entre les besoins de la culture et les fournitures en azote. Les stratégies de fertilisation azotée qui combinent le fractionnement de la dose totale recommandée à l'échelle de la parcelle agricole avec l'évaluation du besoin en azote en cours de saison culturale peuvent aider largement à mieux faire coïncider les besoins et les fournitures en azote. Il en résultera un accroissement de l'efficacité d'utilisation de l'azote de l'engrais appliqué. Ces stratégies ont pour objectif final d'aider à la décision quant à la nécessité d'appliquer des fractions complémentaires d'azote et à la quantité d'azote à appliquer. Il peut être plus simple de s'intéresser à la culture elle-même comme indicatrice de son besoin en azote. La biomasse produite est en effet souvent considérée comme intégrant bien les effets des conditions apparaissant durant la saison de croissance. L'objectif de ce travail réalisé sur plusieurs années sur plusieurs sites dans différentes régions où nous avons choisi, dans cet article le site de la région de El-Outaya pour une seule campagne agricole 2016/2017, est d'étudier les effets de différentes modalités de fractionnement d'une dose de 69 unités d'azote par hectare sur la biomasse aérienne, le poids de 1000 grains, le rendement en grains, la teneur en protéines du grain, la teneur en azote de matière sèche et la teneur en chlorophylle du blé dur afin d'établir une grille de fertilisation azotée en région semi-aride. Les résultats obtenus ont montré des effets hautement

significatifs sur l'ensemble des paramètres étudiés. Cette étude confirme qu'une dose de 69 unités d'azote, appliquée en deux fractions (Df) réparties 2/3 au tallage et 3/4 au stade épi 1cm améliore tous les paramètres étudiés par rapport au témoin (Dt) et la dose apportée en totalité au stade tallage (D0). La teneur en chlorophylle enregistrée dans (Df) indique que la plante est bien alimentée en azote, donc il n'est pas intéressant de faire recours à une autre fraction d'azote, sachant que la protéine n'est pas valorisée à ce jour en Algérie.

Mots-clés. Engrais azotée - Chlorophylle - Fractionnement azoté - Zone semi-aride - Blé dur.

I - Introduction

In Algeria, much of the land in the semi-arid regions is occupied by cereals, whose yields remain low and irregular. The inability of Algeria to self-sufficiency in this commodity remains unusual given the areas planted. *A priori*, it is the low yields observed that make the production still shy, when some developed countries easily reach the average yields of 45 q/ha, Algeria is nearing a national average of 15q/ha in the best years (ONIGC, 2007). Cereal production has become a worrying issue for Algeria, whose needs for a growing population are estimated at more than 111 million quintals by 2020 (Hervieu *et al.*, 2006). In this context, managers are interested in increasing cereal yields and are faced with the imperative need to optimize farming techniques including mineral fertilization and especially nitrogen fertilization. The improvement of the yield of the strategic crops of the country should be obtained by a better management of the inputs of which the nitrogen fertilizer, doses and fractionation, and the application of this nitrogen following the characterization of the grounds. But this control cannot be assured without the knowledge of the mechanisms involved in the supply of nutrients for plants, especially in semi-arid zones. Although the low yields are largely due to the cultivation techniques used and the plant material used, many studies agree that the weakness and instability of production are related to the irregularity of rainfall, associated with the strong temperatures, especially at the end of the cycle where the potential rate of accumulation of nitrogen is a function of the temperature.

In Algerian areas of good cereal production potential where farming techniques are recommended, the average yield can reach 15q/ha, with peaks of 50q/ha. It is advisable in this region, an application of the two nutrients (N and P2O5) of 50 to 100kg/ha. Nevertheless, this dose remains below the needs of cereals.

The program for improving the use of fertilizers in cereal crops is to introduce tools for controlling nitrogen fertilization. There are tools for readjustment during the season that refine the control of nitrogen fertilization at the conditions of the year. These nitrogen nutrition indicators are defined as revealing variables of the level of nitrogen status of the crop. A range of tools and methods has been tested. Examples of these tools are the Jubil method, INN, nitrachek, SPAD and Crop Scan.

II - Materials and Methods

The experiment was conducted during the 2016/2017 crop year in the open field, on a parcel at a private farmer, non-cultivated over five successive years. The climate of this campaign (2016/2017) was characterized by insufficient rainfall with a sum of 255.8 mm. However, it should be noted that neither the temperatures above 25°C coinciding with the harvest likely to cause physiological accidents on the wheat culture (scalding), nor those minimum negative (-5° C) feared for their destructive action on seedlings after emergence (Gate, 1995) caused visible damage. The plant material is durum wheat with the variety Waha which is an introduced variety of Syrian origin. This variety is characterized by its good behavior and ability to produce in semi-arid areas (Boufenar-Zaghoulane and Zaghoulane, 2006).

Physio-chemical analyses carried out at three depth levels indicate that, on average, the soil of the test plot has a clay-silty texture (32.9% clay) with a total limestone content of 38%, the experimental soil is alkaline (ph = 7.5) with a level of 6.2% organic matter. The adopted experimental device is a device in total randomization, comprising three (03) levels and four (04) repetitions. Each elementary parcel has dimensions of 03 m long and 1.5 m wide. The basic plots are devoted to the different methods of fractionation of nitrogen fertilizer which is urea 46%, and the spreading was done manually. The different types of fertilizer applied are the following two fractions of nitrogen fertilizer (Df) distributed in 2/3 at tillering and 3/4 at the 1cm ear stage, a single intake of the total dose at the tillering stage (Dt) and one witness without input (D0). The measurements concerned the following parameters: aerial biomass, 1000 grain weight, grain yield, grain protein content, nitrogen content of mature aerial biomass and chlorophyll content.

The choice of this dose was based on the dose experienced during several years of study which is 150 kg of urea/ha or 69 units of nitrogen/ha. In the same way, the choice of the stages of intake were according to the fractionation modalities experimented during several years of study. Soil preparation was limited to deep plowing using a plow followed by two crossed passages to cover crop were made on 15/11/16. Seeding was carried out on 27/01/2017 (late) by an in-line seeder at a depth of 4 cm. The seeding rate is 140 kg / ha. Weeding was applied at the early tillering stage by a Knight systemic weed killer at a rate of 4 kg ai/ha. Supplemental irrigation was carried out by sprinkling with a frequency of 12 inputs during this campaign, which was marked by a water deficit during the months of February until May. The parameters measured at the heading stage are the total chlorophyll content of the leaves made by the chlorophyll-meter CCM-200 directly in the fields (Nouri, 2002), on the penultimate leaf of the master strand. It is expressed in SPAD unit. A sample of 10 ears per elemental plot measured the weight of a thousand grains. The harvesting was done manually on the 27/05/2017 for a 50 cm mowing of the mature seedlings in each elementary parcel, allowing us to measure the above-ground biomass, and the grain yield per unit area. The results obtained were statistically processed using the excel stat 2009 software using the Newman and Keuls test (at the 5% threshold).

III - Results and discussion

1. Effect of nitrogen fertilization on aerial biomass production of straw

According to Figure 1, the supply of 69 units of nitrogen/ha units when divided into 2 inputs significantly improved ($P < 0.0001$) the vegetative dry biomass of straw where we recorded a significant production of dry matter straw (49.43q/ha) compared to those of a single intake and without nitrogen supply which are of the order of 45.34q/ha and 41.07q/ha. This shows that the production of aerial dry matter has been favored by the good supply of nitrogen plants. According to Gate (1995), to obtain a high biomass, it is necessary to mobilize large quantities of nitrogen, since a nutritional deficiency will have a very penalizing effect on the aerial biomass at maturity. The same author obtained a greater accumulation of dry matter in the aerial part after doubling the nitrogen dose. He indicated that the aim of the tillering phase is to promote yield and a late intake favors the protein content. Thus, a fractionated intake, must be able to both maintain the yield and increase the protein level. Billy, (2008) reports that tillering, providing nitrogen at the time when the plant needs it most, seems more relevant. These results are also confirmed by other studies, such as that of Sieling *et al.* (2005), on the growth and yield of winter wheat subjected to a series of nitrogen treatments or Sieling *et al.* (2006). that showed the effect of nitrogen on the growth of rapeseed, wheat and barley in Germany, showing that the support of grain production (vegetative biomass) was closely dependent on nitrogen nutrition. For example, Girard (1997) reported that dry biomass results mainly from the conversion of radiation during photosynthesis, the unfolding of which is influenced by nitrogen. The potential for converting radiation into biomass varies with the phenological stages of the crop since each stage has its own nitrogen requirements which

suggests a nitrogen fertilization fraction. Our findings on the importance of tillering nitrogen fractionation on air dry matter production, demonstrated in our investigation, are consistent with those of Ehdaie and Waines (2001) subtracted from the comparison of the effects of variation in sowing dates and nitrogen fertilization on dry matter production in five durum wheat genotypes. According to Gate (1995), to obtain a high biomass, it is necessary to mobilize large quantities of nitrogen, since a nutritional deficiency will have a very penalizing effect on the aerial biomass at maturity. Gate (1995) which obtained a greater accumulation of dry matter in the aerial part after doubling the nitrogen dose. As Semenov et al. (2007), the fractionation of nitrogen fertilization with inputs at Zadok stages 23, 30 or 23, 30 and 39 significantly increases yields in quantity and quality.

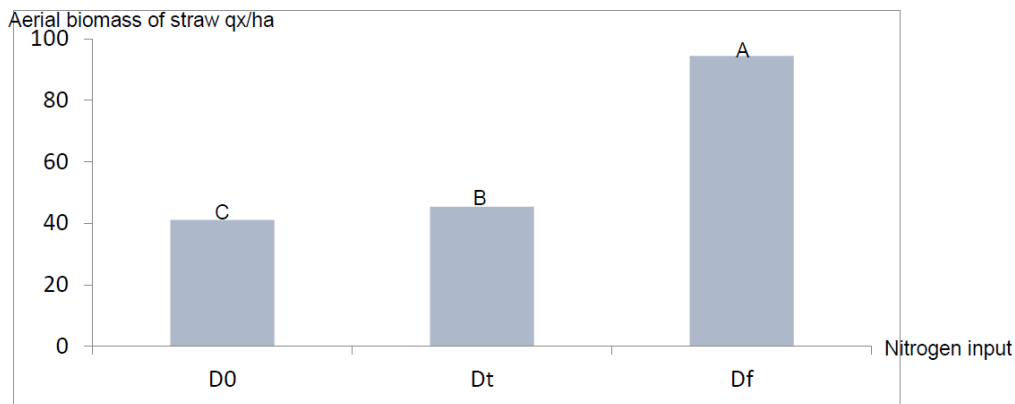


Figure 1. Average values of aerial biomass in durum wheat according to the different nitrogen input modes.

2. Effect of fractionation of N fertilizer on TGW and grain yield

We noted a significant increase in the weight of 1000 grains with the fractional dose (Df), a gain of 8.35q/ha was recorded by input to the unfertilized control. The same result is noted for grain yield with a gain of 19.94q/ha (table 1). A similar result was observed by Mandic et al (2015) who showed that nitrogen fertilization improved wheat TGW. The advantage of the distribution of nitrogen manure in several inputs can be explained by the fact that its application covers the nitrogen requirements of the two critical vegetative stages of wheat. These results were also demonstrated by López Bellido et al. (2005) who worked on the response of a variety of bread wheat to a nitrogen fertilizer applied in three inputs. The same conclusion was affirmed by Kratochvil et al. (2005). Wang et al. (2013) confirmed that nitrogen fertilization promotes a significant improvement in grain yield of wheat, which is explained by good root development of wheat. The same quantity of nitrogen can have different impacts on the yield and even the quality of the grain, depending on the stage of the fodder vegetation, corresponding to the formation of one or other of the grain yield components (Coïc, 1956). The first contribution of 1/4 of the needs and the second largest of 3/4 of the needs, practiced successively at the beginning tillering and 1cm spike ensure a high biomass and therefore the future stand in spike, as has been reported by Ewert and Honermeier (1999). This stand in spike that is represented by tillering spike/foot and even spikelets/spike. These two contributions coincide with the establishment of these components, which begin at the beginning tillering and end at mid-run (Meynard, 1985). The interest of a high proportion of nitrogen at the 1cm spike stage is in agreement with the conclusions of Sieling et al. (2005) who show that this phase of the vegetative cycle is the one that needs nitrogen most to ensure the run and a good tillage spur. The latter improves following the attenuation of the phenomenon of regression of the tillers by the dose (50%) of nitrogen fertilizer (Darwinkel, 1983). Similarly, Randall et al. (2001) have noted

that a nitrogen influx at about five tillers provides a suitable stand while creating in the crop subsequent needs that must be met by a second one. intake at the stage early run. The advantage of the distribution of nitrogen fertilization in several contributions was also demonstrated by Kratochvil *et al.* (2005) and especially by López-Bellido *et al.* (2005) who studied the response of a wheat variety. tend to a nitrogen fertilization of 150 units/ha applied in 3 contributions intended for the stages sowing, tillering and early start. The strong improvement in grain yield related to the 50% supply of needs at the 1cm spike stage, obtained with both the 2 and 3 fractions modality, is also observed by LópezBellido *et al.* (2005), affecting 1/3 at 1/2 of the total dose at stage B (early run). Brown and Petrie (2006) also came to the same conclusion.

Table 1. Average values of TGW (g) and grain yield (q/ha) in durum wheat according to the different methods of nitrogen input.

Nitrogen input	Weight of 1000 grains in (g)	Grain yield (q/ha)
D0	41.07 C	22.14 C
Dt	45.34 B	24.51 B
Df	49.42 A	42.08 A
P	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***

P: degree of significance Different capital letters (A, B, C) in the same line indicate the index of separation of the homogeneous groups by the NEWMAN-KEULS test at the threshold $\alpha = 5\%$. Threshold of significance: $P < 0.0001$.

*: Significant difference; **: Very significant difference; ***: Difference very highly significant.

3. Effect of nitrogen fertilization on protein and nitrogen content of straw in durum wheat

Table 2 shows that the fractionation of nitrogen fertilizer significantly enriched the grain protein and increased the accumulation of nitrogen in the plant mass. In fact, the supply of 69 units of nitrogen in two fractions (Df) has greatly improved the level of proteins compared to the supply of the same dose of nitrogen at one time (Dt) and without intake (D0) and protein levels were 12.14, 9.92% and 9.76%, respectively. Regarding the nitrogen content of the dry matter of the straw, the bipartite (Df) modality is more enriching than that of a single intake (Dt). Its biomass contains 1.27% against 0.87%. On the other hand, the control without nitrogen supply (D0) produces an aerial biomass less rich in nitrogen which is of the order of 0.77%. Our results are in total agreement with those of Farrer *et al.* (2006) who showed that the fractionation of the nitrogen dose improves the protein content of wheat up to 51.4%. In the same thread of idea Pan *et al.* (2006) confirmed that nitrogen input leads to an improvement in the nitrogen content of vegetative dry matter and protein in the grain produced. The latter are the main quality parameter of the grain, and in direct relation with the type of nitrogen fertilization It is also when the nitrogen requirements are divided into 2 or even better in 3 inputs that the wheat culture absorbs the element better. nitrogen and produces a richer grain of protein (Clark and Ellsworth, 2004). Limaux (1999) and Latiri-Souki *et al.* (1992) have shown that durum wheat grown in the semi-arid zone of Tunisia, the more nitrogen fertilizer is fractionated (especially in the early tillering and early start stages), the more it is valued and its grain is richer in protein. In another study conducted by Farrer *et al.* (2006), they showed that the intake stage and the nitrogen dose (Fractionation effect), contribute with 51.4% in the variability of the protein content of wheat. According to these authors, stage B (early start)

increases the protein rate more than tillering (5 tillers in their experimental conditions). These results are consistent with our results. As for the production of vegetative biomass, tails spike/foot, TGW and finally grain yield / ha, massive intake of 50% of nitrogen requirements at the 1cm spike stage, accompanied by low doses of 25% at early tillering and at the 2-node stage is the most optimal nitrogen fertilization model for the nitrogen supply of wheat and the richness of its grain protein. At this level again, the nitrogen dose reserved for the 1cm spike stage is decisive for the nitrogen content of vegetative biomass and grain.

Lemaire and Gastal (1997) yielded similar results derived from monitoring growth and nitrogen accumulation by isolated plants, by studying growth, water use, and water accumulation. nitrogen by wheat in Mediterranean conditions, Garabet *et al.* (1998) reached the same conclusions. In the end, nitrogen assimilation of wheat (before and after flowering) remains the main source of protein at the grain level (Vocanson, 2002). Nitrogen fractionation allows the good valorization of the various inputs, the improvement of the nitrogen content of the different vegetative parts and a good remobilization of this nitrogen towards the grain produced (Martre *et al.*, 2003).

Table 2. Average values of grain protein content and nitrogen content of straw in durum wheat according to the different nitrogen input modes.

Nitrogen input	Grain protein content (N% MS * 5.7)	Nitrogen content (g of N / 100g of dry matter)
D0	9.76 B	0.77 C
Dt	9.92 B	0.87 B
Df	12.14 A	1.27 A
P	P<0.0001 ***	P<0.0001 ***

P: degree of significance Different capital letters (A, B, C, D) in the same line indicate the index of separation of the homogeneous groups by the NEWMAN-KEULS test at the threshold α = 5%. Threshold of significance: $P < 0.0001$. * : Significant difference ; ** : Very significant difference; ***: Difference very highly significant.

4. Effect of fractionation of nitrogen fertilizer on leaf chlorophyll content in durum wheat

The chlorophyll content of the leaves was distinguished by a significant increase in the fractional nitrogen dose (Df) compared to that of Dt and D0 (Figure 2). This increase could be attributed to the location of the majority of the nitrogen in the chlorophyll molecules, this has been demonstrated by Moughli (2010) indicating that there is a good correlation between the chlorophyll content of the leaf and its content. in nitrogen. In this modality the plants are rich in nitrogen which allows us to decide not to bring another fraction of nitrogen, knowing that the protein is not valued to date in Algeria. These results are confirmed by Menad and Ould-Said (2003) who find that a plant that is well fed with nitrogen produces a large vegetative mass of dark green color due to the abundance of chlorophyll.

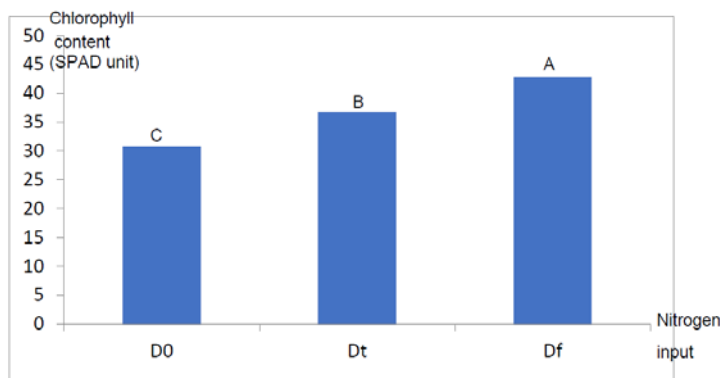


Figure 2. Increase in the chlorophyll content according to different nitrogen input modes.

IV - Conclusions

The present work shows the use of a decision support system for the optimization of nitrogen fertilization. The tool in question relies on whether or not the plant has nitrogen at a given moment (heading stage) of different nitrogen fractionation modalities. It also offers the user the ability to manage his own nitrogen fertilization.

Through the results obtained, we have been able to deduce that the dose divided into two inputs (Df) 1/4 at tillering and 3/4 at the 1cm stage of nitrogen significantly improved all the parameters studied for durum wheat, namely the aerial biomass of straw, straw nitrogen content, grain protein content, 1000 grain weight, grain yield versus total tillering dose (Dt) and control dose (D0) without input. The chlorophyll content of this dose confirms the favorable effect of split intake (Df) with a higher content of about 42.86 units of SPAD.

However, these conclusions are limited to the fact that the protein is not valued to date in Algeria.

Finally, nitrogen fertilization is often considered the practice with the greatest impact on crop growth. However, optimizing its management is highly dependent on soil conditions and intra-annual climatic achievements.

Bibliography

- Boufenar-Zaghoulane F., Zaghoulane O., 2006. *Guide des principales variétés de céréales à pailles en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine)*. Alger: ITGC.
- Billy L., 2008. *Mise en place d'un outil de gestion de l'azote pour le blé tendre en système de grandes cultures biologiques en zone Centre*. ENITA de Clermont-Ferrand.
- Brown B. D., Petrie S., 2006. Irrigated hard winter wheat response to fall, spring, and late season applied nitrogen. *Field Crops Research*, 96(2-3): 260-268. doi: [10.1016/j.fcr.2005.07.011](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.07.011)
- Coïc Y., 1956. La nutrition et la fertilisation azotée du blé d'hiver. Les besoins en azote du blé d'hiver. Conséquences agronomiques. *Annales Agronomiques*, 7(1): 115-131.
- Clark, L.J., Ellsworth K.F., 2004. *Durum wheat response to nitrogen fertilization at Safford Agricultural Center*. College of Agriculture, University of Arizona, Tucson, AZ, pp. 34-37.
- Darwinkel A., 1983. Ear formation and grain yield of winter wheat as affected by time of nitrogen supply. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 31: 211-225.
- Ehdaie B., Waines J. G., 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research*, 73(1): 47-61. doi: [10.1016/S0378-4290\(01\)00181-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00181-2)

- Ewert F., Honermeier B., 1999. Spikelet initiation of winter triticale and winter wheat in response to nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 11(2): 107-113. doi: [10.1016/S1161-0301\(99\)00023-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00023-4)
- Farrer D. C., Weisz R., Heiniger R., Murphy J.P., White J.G., 2006. Minimizing protein variability in soft red winter wheat: Impact of nitrogen application timing and rate. *Agronomy Journal*, 98(4): 1137-1145. doi: [10.2134/agronj2006.0039](https://doi.org/10.2134/agronj2006.0039)
- Garabet S., Wood M., Ryan J., 1998. Nitrogen and water effects on wheat yield in a Mediterranean – type climate. I. Growth, water-use and nitrogen accumulation. *Field Crops Research*, 57(3): 309-318. doi: [10.1016/S0378-4290\(98\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00075-6)
- Gate P., 1995. *Ecophysiologie du blé*. Paris: Lavoisier.
- Girard M. L., 1997. *Modélisation de l'accumulation de biomasse dans les grains de blé tendre d'hiver (Triticum aestivum L.). Simulation de la teneur en protéines à la récolte*. Thèse de doctorat. Paris: INA-PG.
- Hervieu B., Capone R., Abis S., 2006. The challenge posed by the cereals sector in the Mediterranean. *Ciheam analytical note*, n. 9.
- Kratochvil R.J., Harrison M.R., Pearce J.T., Conover K.J., Sultenfuss M., 2005. Nitrogen management for mid-atlantic hard red winter wheat production. *Agronomy Journal*, 97(1): 257-264.
- Latiri-Souki K., Aubry C., Doré T., Sebillotte M., 1992. Élaboration du rendement du blé dur en conditions semi-arides en Tunisie: relations entre composantes du rendement sous différents régimes de nutrition azotée et hydrique. *Agronomie*, (12)1: 31-43.
- Lemaire G., Gastal F., 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In: Lemaire G. (ed.). *Diagnosis on the nitrogen status in crops*. Heidelberg: Springer, pp. 3-43.
- Limaux F., 1999. *Modélisation des besoins du blé en azote, de la fourniture du sol et de l'utilisation de l'engrais. Application au raisonnement de la fertilisation en Lorraine*. Thèse de Doctorat, INPL, Nancy.
- López-Bellido L., López-Bellido R. J., Redondo R., 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research*, 94(1): 86-97. doi: [10.1016/j.fcr.2004.11.004](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.11.004)
- Marte P., Porter J. R., Jamieson P. D., Triboí E., 2003. Modeling grain nitrogen accumulation and protein composition to understand the Sink. Source regulations of nitrogen remobilization for wheat. *Plant physiology*, 133(4): 1959-1967. doi: [10.1104/pp.103.030585](https://doi.org/10.1104/pp.103.030585)
- Menad A., Ould-Said H., 2003. Gestion de la fertilisation dans les zones semis arides (cas de la wilaya de Saïda). Sétif: ITGC, pp. 30-31.
- Moughli L., 2010. Analyses végétales: pour une optimisation dynamique des apports de l'azote. *Agriculture du Maghreb*, 42: 66-70.
- ONIGC, 2007. *Marché du blé. Analyses et perspectives*. Les cahiers de l'ONIGC.
- Pan J., Zhu Y., Jiang D., Dai T., Li Y., Cao W., 2006. Modeling plant nitrogen uptake and grain nitrogen accumulation in wheat. *Field Crops Research*, 97(2-3): 322-336. doi: [10.1016/j.fcr.2005.11.006](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.11.006)
- Randall W., Crozier C. R., Heiniger R. W., 2001. Optimizing nitrogen application timing in no-till soft red winter wheat. *Agronomy Journal*, 93(2): 435-442. doi: [10.2134/agronj2001.932435x](https://doi.org/10.2134/agronj2001.932435x)
- Semenov M.A., Jamieson P.D., Martre P., 2007. Deconvoluting nitrogen use efficiency in wheat: A simulation study. *European Journal of Agronomy*, 26(3): 283-294. doi: [10.1016/j.eja.2006.10.009](https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.10.009)
- Sieling K., Stahl C., Winkelmann C., Christen O., 2005. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. *European Journal of Agronomy*, 22(1): 71-84. doi: [10.1016/j.eja.2003.12.004](https://doi.org/10.1016/j.eja.2003.12.004)
- Sieling K., Brase T., Svib V., 2006. Residual effects of different N fertilizer treatments on growth, N uptake and yield of oilseed rape, wheat and barley. *European Journal of Agronomy*, 25(1): 40-48. doi: [10.1016/j.eja.2006.03.002](https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.03.002)
- Vocanson A., 2002. *Elaboration de la teneur en protéines de variétés de blé dur en fonction de la stratégie de fertilisation azotée: approche par expérimentation et par simulation*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'agronomie approfondie. Rennes: ENSA.
- Wang G.Y., Abe T., Sasahara T., 1998. Concentrations of Kjeldahl-digested nitrogen, amylose, and amino acids in milled grains of rice (*Oryza sativa* L.) cultivated under organic and customary farming practices. *Japanese journal of crop science*, 67(3): 307-311. doi: [10.1626/jcs.67.307](https://doi.org/10.1626/jcs.67.307)

Innovative agriculture and sustainable food production Applications of the Aquaponics system

Simona Giordano

University of Bari (Italy), CIHEAM Bari (Italy)

Abstract. The present global scenario shows a twofold consumers' behavior: on one hand, there is evidence of a growing demand for modern food; on the other one, it is easy to observe an increasing desire for natural foods. As far as innovations in the food industry are concerned, they often originate a lack of acceptance by the market, partly as a consequence of a phenomenon known as food neophobia; this involves the unwillingness to try new foods, as well as implies consumer reluctance with regard to emerging technologies in processing and producing food, known as food technology neophobia. As a consequence, in order to support marketing research, it is fundamental to analyse population segments that show food technology neophobic attitudes, as well as those groups regarded as early adopters of such innovative technologies. With reference to a specific application of the mentioned discourse, related to innovation in agriculture, the present contribution proposal aims at analyzing the potential of Aquaponics, defined as "the combination of aquaculture (raising fish) and hydroponics (the soil-less growing of plants) that grows fish and plants together in one integrated system". This technology is considered at institutional level as "a resource efficient and environmentally friendly food production system"; aquaponics products are locally produced and attract an increased attention among consumers. The present contribution proposal will outline factors related to the mentioned food neophobia and applications of the Aquaponics system, responding to diverse ecological and social challenges related to efficient and sustainable forms of agricultural production. In particular, the case study of Agricoltura 2.0, in Italy, will be discussed as a best practice to reach relevant development objectives with specific reference to peri-urban areas.

Keywords. Aquaponics - Innovative agriculture - Food technology neophobia - Food technology neophilia - Sustainable agriculture.

I - Introduction

New food technologies are increasingly and constantly introduced, especially in developing regions. Although, in general, end consumers are aware of the risks associated with food innovations and applications, massive food researches are carried out in order to analyse consumers' fear of novel food, defined as "food neophobia", as well as consumers' increasing attention towards sustainable practices along the whole support chain (Siegrist *et al.*, 2007; Siegrist, 2008).

Apart from being a personality trait, food neophobia has also been studied as a form of behaviour (Choe and Cho, 2011; Barrena and Sánchez, 2013); in order to foster new food technologies market success that, in turns, depends on consumers' behavioural responses, it is essential to focus on population segments that are food technology neophobic as well as early adopters of such innovative technologies. Generally speaking, there are three key reasons for rejection of food by humans: (a) aversion to sensory characteristics, (b) danger, a fear of negative consequences of eating a specific food or (c) disgust, arising from the idea of nature or origin of food. As mentioned, consumers are also paying an increasing attention to issues related to environmental sustainability and production methods aimed at safeguarding both qualitative and ethical aspects (Frewer *et al.*, 2011; Fenko *et al.*, 2015).

Moreover, consumers' hesitation to try foods produced by new food technologies hinges on some main factors such as: functional barriers connected to simple use, benefits and risks

feelings, knowledge and attitudes, socio-demographic and lifestyle factors and psychological barriers; conversely, neophilics people perceive unusual foods in a positive light and embrace situations involving new foods, especially when these foods are produced according to sustainable methods, capable of creating opportunities for local development and environment safeguarding (Urala and Lähtenmäki, 2007; van Trijp and van Kleef, 2008; Tuorila *et al.*, 2011; Verneau *et al.*, 2014).

Different works have shown that the Food Neophobia Scale (FNS), developed by Pliner & Hobden (1992) to measure willingness to taste novel foods, predicts responses to novel or unknown food can provide a standardized measurement to evaluate the connection between appetite and food aversion; nevertheless, it does not properly work to examine the acceptance of foods produced by novel technologies. As a matter of fact, food neophobia is also linked to the acceptance of new technologies used in food production and processing. Thus, the Food Technology Neophobia Scale (FTNS) was developed, with the aim of having more precise and concise measurements, as accurately described in Cox and Evans (2008) and Evans *et al.* (2010).

In general, scientific and technological innovations have contributed to the enhancement of man's quality of life, as well as to the sustainability of production processes; within the food area some relatively recent technology-based innovations have been adopted easily, while others essentially rejected by consumers.

As argued, one of the reasons for such interest in new food technologies is the anticipated range of benefits they can bring to consumers and to the food sector. The reported advantages include safer, healthier more nutritious foods using less energy, water and chemicals and producing less waste. However, the toxicological nature of hazard, likelihood of exposure and risk to consumers from some new food technologies are largely unknown.

In the area of food and nutrition, various technological applications have emerged, related to different aspects of the supply chain; among them, aquaponics can be considered as a relatively new approach to safe and sustainable production of food. The present contribution aims at analysing the different aspects of this technology, with particular reference to the case study of Agricoltura 2.0, a best practice in Italy.

The case of aquaponics is analysed in relation to its being significant to the main theme of this paper, and to the investigation of neophobia/neophilia forces (Koster, 2009; Vidigal *et al.*, 2014).

II - Materials and Methods

As to the OpenAgri Project from ImpattoZero, with the support of Agricoltura 2.0, it aims at fostering the diffusion of the Aquaponic technology and sustainable cultivation, all by means of the establishment of partnerships and the participation in regional, national and European initiatives (Gaskell, 2000).

Among the projects of major importance and institutional resonance, it is fundamental to cite "Open Agri: New Skills for New Jobs in Peri-urban Agriculture".

The project was conceived as part of the first call for the European initiative called "Urban Innovative Actions", art. 8 of the ERDF - European Regional Development Fund (EU Regulation n.1303 / 2013), aimed at identifying and testing new solutions to address issues related to sustainable urban development, relevant at the European level.

ImpattoZero participates in partnership with the City of Milan (leader), the University of Milan, the Milan Polytechnic and private individuals, including: Avanzi, Cineca, Future Food Institute, La Strada Società Cooperativa Sociale, Sunugal, Poliedra, Ifoa, Mare Social

Enterprise, Food Partners. The project started on the 1st of November 2016 and will end on the 31st of October 2019.

The specific objectives are related to:

- building a sustainable food chain that goes from promotion to consumption, in order to respond to the emerging needs of the agri-food sector;
- addressing young entrepreneurs and innovative SMEs in the agri-food sector and supporting experimental solutions that could emerge from their collaboration;
- create an innovative ecosystem, a hub that will connect all the stakeholders at territorial level, in relation to the themes of economic development and social inclusion, and which will favor the creation of new skills;
- contributing to the improvement of urban resilience;
- bringing agricultural policy closer to other innovative policies at local level;
- building a sustainable food supply chain, using innovative approaches along all steps.

ImpattoZero participates in the mentioned Project in all those aspects related to the design and the construction of aquaponic systems, in which different cultivation environments will cohabit, to be used for local varieties (e.g. aubergines, salads, tomatoes) as well as for tropical ones and for ancient seeds.

The aquaponic greenhouse, in addition to becoming an evocative place where it is possible to carry out specially dedicated educational activities, will represent a significant experimentation of the agri-food sector: peri urban agriculture will help to ensure the availability of food, especially fresh products, contributing to the increase in food security and good citizens' eating habits. All this will contribute effectively to a positive image related to aquaponics as a dare technology for food production, thus helping to fight against the mentioned food neophobia.

The expected results deriving from the project concern mainly the capacity for the agri-food sector to attract investments for the production of further innovative processes, the contribution to the increase of urban resilience and biodiversity, and the promotion of the territory through culture, food education and youth entrepreneurship.

III - Results and discussion

In recent years, many of the new food technologies and food innovations have been targeted at the promotion of both good health and environment safeguard.

Consumer acceptance is driven by risk perception and by the perception of the potential benefits, both at personal and societal level; a lack of perceived benefits leads the majority of people to question the need for, and usefulness of, novel food technologies, and may even accentuate perceived risks and moral concerns.

Starting from the conceptual framework developed by Ronteltap *et al.* (2007), the present contribution aims at analysing the different factors related to consumers' acceptance of food technologies; the aim is twofold: on one hand, the mentioned comprehensive conceptual framework will be broadened through the investigation of the most recent literature regarding neophobia/neophilia forces (Ritchey *et al.*, 2003; Rollin *et al.*, 2011); on the other hand, in addition to past reviews in the mentioned field, the analysis of the primary and secondary determinants is integrated with an in depth illustration of the different aspects related to measurement tools such as the Food Technology Neophobia Scale (FTNS) (Cox and Evans, 2008; Evans *et al.*, 2010; Caracciolo *et al.*, 2011; Coppola *et al.*, 2014).

Significant are the innovations in the agricultural sector, more or less recently conceived and developed, such as the realization by the Research Area of Pisa of the National Research Council (CNR) of a prototype of drone, called "Hephaestus", to be used widely in the so-

called precision agriculture, thanks to innovative multi-sensory systems conceived and developed by the Institute of Information Sciences and Technologies (ISTI-CNR), the Institute of Biometeorology of Florence (Ibimet-CNR) and the Refly group of the CNR of Pisa.

The advantages are linked to the possibility of acquiring data from several sensors simultaneously and from being able to process them simultaneously; all this in order to minimize the environmental impact of production systems, mainly through the adjustment of sowing parameters, the modulation of fertilizer doses, the site-specific application of water, pesticides and herbicides. This is a notable evolution compared to the first applications of precision agriculture, based mainly on satellite image processing, GPS systems and geographic information systems (GIS).

The use of the drone, it is noted, allows the acquisition of "visible thermal and multispectral georeferenced images and the post-flight processing of data for the mosaic [...] data and images that can be integrated into a network and provide information in real time thanks also to the recent advances in radio transmission technologies and the possibility that these have to interface with the Internet". It is fundamental to note how this integrated system of methodologies and technologies allows to increase vegetable production, quality and productivity of a farm; the benefits are relative to several aspects: from the most efficient production, to the protection of the environment, with the early evaluation of the onset of diseases and pests, the reduction of production costs and, above all, the guarantee of greater sustainability in terms of environmental and product quality, thus impacting on the entire supply chain.

In this context, characterized at the regional level by the need to innovate the business model of the agricultural sector, the combination of the following three elements is very interesting:

- the technique of domotic culture (behavioral algorithms of ecosystem management) with the Internet of Things (IoT) in Aquaponics;
- the economic model of the franchise
- the digital economy, with the sale of agricultural products on direct and customized consumer demand (on-demand cultivation and sales of existing biodiversity).

Through this combination the franchisee uses the short supply chain and the final consumer has the possibility to choose any agricultural product outside the schemes imposed by the large production. The Aquaponic culture, i.e. the combination of aquaculture with hydroponic technology, is a relatively new method of technological production, receiving considerable attention from Europe and beyond, by virtue of the strong sustainability potential that characterizes this system. Considerable attention comes from various sources at the European level, and from FAO, in support of the validity of the method in question.

In summary, the business model provides a Franchisor, which offers a service/product, or the sale of aquaponic systems measured to the needs of the manufacturer (Franchisee); the latter manages to obtain an economic return thanks to the on-demand sale, mediated by technological tools such as APP or e-commerce platforms, which allow the final consumer to order agricultural products (including those of floriculture) of his choice.

The project is based on 4 pillars:

1. Food safety: cultivation with the ground-based technique in Aquaponics, 100% organic with cultivation materials of a higher standard even compared with those used in organic farming.
2. Food sovereignty: through the use of technologies related to the digital economy, the end customer (B2B/B2C) is able to choose a cultivation plan from the existing biodiversity catalogue.
3. Short supply chain: cultivating in inhabited places, in disused warehouses, on roofs, in greenhouses as in indoor cultivation with controlled temperature and photoperiod,

allows, together with modern technologies, to have 100% organic crops close to consumers.

4. Low carbon footprint: the mentioned system allows a 90% reduction in use of water, no combustion engine, no chemical, renewable energy and energy efficiency.

The technology out of the ground in Aquaponic is a scalable, vertical and adaptable technology that allows 80% less human work and can bring agriculture to a new profitability. The project, offering food safety and sovereignty, short supply chain and low carbon footprint, aims to create a network of farmers using the technology in Aquaponic, with the aim of allowing customers to develop a plan of cultivation on demand from the existing biodiversity. It is interesting, if not fundamental, to broaden the regional boundaries of the project, so as to consolidate the offer of so-called "urban farms", organic horticultural productions, in disused warehouses, on roofs or in greenhouses, as close as possible to the final consumer. Alongside the aforementioned urban farms, the technology in question is expected to provide interesting applications to promote the rebirth and development of rural areas. With regard to the close link with the Digital Economy, each company operating in this sector uses digital tools; the creation of the Farming on demand offer, through an online catalogue of biodiversity (e-commerce) allows to have a complete digital on demand agriculture service. Moreover, the management of the ecosystem through sensors and water analysis allows to have an IoT system that, through decision-making algorithms, manages the ecosystem itself remotely or independently, making the offer and the market penetration easier and more efficient. With a view to achieving goals, it is useful to cite:

1. Relaunching industrial areas (regional and national), often abandoned.
2. Allow anyone to become a virtual grower. The final consumer digitally chooses what to grow, for example through an ad hoc APP. Starting from a complete catalogue (containing also little used and unmodified seeds) and a description of the properties of foods, the consumer chooses what to grow, possibly thanks to the advice of a nutritionist (nutraceutical) or simply for personal needs and references. Being a virtual farmer allows consumers to hold food sovereignty.
3. To obtain products qualitatively and quantitatively superior to the current cultivations off the ground, such as those obtained from hydroponics. In this regard, it is recalled that many of the products that reach large-scale retail trade (GDO) are already produced off the ground, which reflects the need to create high quality and organic products.
4. The need to feed a growing population (9 billion people expected by 2050). Both the scientific studies and the data of the producers, about the quality and the production through the technique of the aquaponic culture, suggest that the latter is much more efficient than the traditional cultivation methods, through a maximization of the potential of plants.

Application and transferability of the technology.

Of considerable interest is the possibility that this technology could be also used to cultivate genetically modified organisms to produce a molecule of interest (for example an active ingredient). As a result, the aquaponic technology makes it possible to cultivate different plant species in optimal conditions, in a wide range of applications:

- in the food sector, for the cultivation of 100% natural food products in manufacturing, for the production of fabrics and raw materials (e.g. Cannabis);
- in the pharmaceutical field, for the production of organisms with a high concentration of active ingredients;
- in the construction industry, for the production of plants used for insulation and construction products;
- in the cosmetic sector, to obtain 100% organic nutrient-rich raw materials.

The benefits in terms of food waste reduction are noticeable, thanks to the described creation of an on-demand agriculture, characterized by the satisfaction of more stringent and targeted needs and requirements.

IV - Conclusions

As argued, in recent years, the number of new foods has increased as a result of new food technologies; the advantages of such technologies are multifarious and include safer, healthier and more nutritious foods using less energy, water and chemicals and producing less waste, the enhancement of environmental sustainability, and the growth of food productivity (Matin *et al.*, 2012). Moreover, nowadays consumers are more and more aware of their food selection, especially novel foods (Cardello, 2003). They are more demanding for the quality of the products and health benefits they produce, in fact, they are aware of the effects of nutrition on health and well-being. Thus, food market must create new competitive products, nutrient-enriched, or produced by using new technologies in order to satisfy consumers (Chaudry *et al.*, 2008); future researches on new technologies should include a psychology dimension to investigate and identify the real factors that determine consumer behavior, so as to predict their choice of specific food (Chen *et al.*, 2013).

As firms attempt to put in place effective product development strategies and processes, it is vital to recognize how newness "per se" does not guarantee positive market performance; this occurs if newness itself provides real and meaningful differentiation to consumers in the market place (Gielens and Steenkamp, 2007). Food marketing and food New Product Development face the challenge to find an optimal level of "newness", high enough to induce curiosity and willingness to try the new food, but low enough not to cause neophobia (Koster, 2009). Future research is needed to set this optimal level and to investigate how market success and performance are related to product newness.

References

- Barrena R., Sánchez M., 2013. Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. *Food quality and preference*, 27(1): 72-84. [doi: 10.1016/j.foodqual.2012.06.007](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.06.007)
- Caracciolo F., Coppola A., Verneau F., 2011. Validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of modern food technologies. *Proceedings in System Dynamics and Innovation in Food networks*, 160-174.
- Cardello A.V., 2003. Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: effects on product liking. *Appetite*, 40(3): 217-233. [doi: 10.1016/s0195-6663\(03\)00008-4](https://doi.org/10.1016/s0195-6663(03)00008-4)
- Chaudhry Q., Scotter M., Blackburn J., Ross B., Boxall A., Castle L., Aitken R., Watkins R., 2008. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food Additives and Contaminants. Part A*, 25(3): 241-258. [doi: 10.1080/02652030701744538](https://doi.org/10.1080/02652030701744538)
- Chen Q., Anders S., An H., 2013. Measuring consumer resistance to a new food technology: a choice experiment in meat packaging. *Food Quality and Preference*, 28(2): 419-428. [doi: 10.1016/j.foodqual.2012.10.008](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.008)
- Choe J.Y., Cho M.S., 2011. Food neophobia and willingness to try non-traditional foods for Koreans. *Food Quality and Preference*, 22(7): 671-677. [doi: 10.1016/j.foodqual.2011.05.002](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.002)
- Coppola A., Verneau F., Caracciolo F., 2014. Neophobia in food consumption: an empirical application of the FtNs scale in southern Italy. *Italian Journal of Food Science*, 26(1): 81-90.
- Cox D. N., Evans G., 2008. Construction and validation of a psychometrics scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. *Food Quality and Preference*, 19(8): 704-710. [doi: 10.1016/j.foodqual.2008.04.005](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.04.005)
- Evans G., Kermarrec C., Sable T., Cox D.N., 2010. Reliability and predictive validity of the food technology neophobia scale. *Appetite*, 54(2), 390-393. [doi: 10.1016/j.appet.2009.11.014](https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.11.014)
- Fenko A., Backhaus B.W., van Hoof J.J., 2015. The influence of product- and person-related factors on consumer hedonic responses to soy products. *Food Quality and Preference*, 41: 30-40. [doi: 10.1016/j.foodqual.2014.11.009](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.11.009)

- Fenko A., Leufkens J.M., van Hoof J.J., 2015. New product, familiar taste: Effects of slogans on cognitive and affective responses to an unknown food product among food neophobics and neophilics. *Food Quality and Preference*, 39: 268-276. [doi: 10.1016/j.foodqual.2014.07.021](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.021)
- Frewer L. J., Bergmann, K., Brennan M. et al., 2011. Consumer response to novel agri-food technologies: implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22(8): 442-456. [doi: 10.1016/j.tifs.2011.05.005](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.05.005)
- Gaskell G., 2000. Agricultural biotechnology and public attitudes in the European Union. *Ag Bio Forum*, 3(2-3): 87-96.
- Gielens K., Steenkamp J.-B. E. M., 2007. Drivers of consumer acceptance of new packaged goods: an investigation across products and countries. *International Journal of Research in Marketing*, 24(2): 97-111. [doi: 10.1016/j.ijresmar.2006.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2006.12.003)
- Koster E. P., 2009. Diversity in the determinants of food choice: A psychological perspective. *Food Quality and Preference*, 20(2): 70-82. [doi: 10.1016/j.foodqual.2007.11.002](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.11.002)
- Matin A. H., Goddard E., Vandermoere F. et al., 2012. Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? *International Journal of Consumer Studies*, 36(2): 149-157. [doi: 10.1111/j.1470-6431.2011.01090.x](https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2011.01090.x)
- Pliner P. and Hobden K., 1992. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, 19(2): 105-120. [doi: 10.1016/0195-6663\(92\)90014-W](https://doi.org/10.1016/0195-6663(92)90014-W)
- Ritchey P. N., Frank R. A., Hursti U.-K. et al., 2003. Validation and cross national comparison of the food neophobia scale (FNS) using confirmatory factor analysis. *Appetite*, 40(2): 163-173. [doi: 10.1016/S0195-6663\(02\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(02)00134-4)
- Rollin F., Kennedy J., Wills J., 2011. Consumer and new food technologies. *Food Science & technology*, 22(2-3): 99-111. [doi: 10.1016/j.tifs.2010.09.001](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.09.001)
- Ronteltap A., Trijp J.C.M. van, Renes R.J., Frewer L.J., 2007. Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. *Appetite*, 49(1): 1-17. [doi: 10.1016/j.appet.2007.02.002](https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.02.002)
- Siegrist M., 2008. Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. *Trends in Food Science & Technology*, 19(11): 603-608. [doi: 10.1016/j.tifs.2008.01.017](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.017)
- Siegrist M., Cousin M.-E., Kastenholz H., Wiek A., 2007. Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: the influence of affect and trust. *Appetite*, 49(2): 459-466. [doi: 10.1016/j.appet.2007.03.002](https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.03.002)
- Trijp H. C. M. van, Kleef E. van, 2008. Newness, value and new product performance. *Trends in Food Science & Technology*, 19(11): 562-573. [doi: 10.1016/j.tifs.2008.03.004](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.03.004)
- Tuorila H., Lähteenmäki L., Pohjalainen L., Lotti L., 2001. Food neophobia among the Finns and responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*, 12(1): 29-37. [doi: 10.1016/S0950-3293\(00\)00025-2](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00025-2)
- Urala N. and Lähteenmäki L., 2007. Consumers' changing attitudes towards functional foods. *Food Quality and Preference*, 18(1): 1-12. [doi: 10.1016/j.foodqual.2005.06.007](https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.06.007)
- Verneau F., Caracciolo F., Coppola A., Lombardi P., 2014. Consumer fears and familiarity of processed food. The value of information provided by the FTNS. *Appetite*, 73(1): 140-146. [doi: 10.1016/j.appet.2013.11.004](https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.11.004)
- Vidigal M.C.T.R., Minim V.P.R., Moreira R.T. et al., 2014. Translation and validation to Portuguese language of food technology neophobia scale. *Ciência Rural*, (44)1: 174-180.

Sitography

<https://euaquaponicshub.com/>

<https://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/projects/en/projects/ecoponics>

www.agricoltura2punto0.it

Agriculture traditionnelle et agrodiversité dans les oasis du Sud du Maroc : cas des oasis de la région Drâa-Tafilalet

Mhammad Houssni^{*1}, Mohamed El Mahroussi¹, Hasnae Ben Sbih¹,
Mohamed Kadiri¹, Mohammed Ater¹

1Laboratoire Botanique Appliquée, Equipe Bio-Agrodiversité. Faculté des Sciences, Université Abdelmalek Essaâdi. Tétouan (Maroc)

*Houssni Mhammad : mhammadhoussni@gmail.com

Résumé. Cette étude contribue à l'évaluation de l'agrodiversité dans les agroécosystèmes oasiens où nous avons inventorié les cultures pratiquées à base de variétés locales ainsi le savoir-faire traditionnel associé. Elle est basée sur l'utilisation d'enquêtes avec les agriculteurs structurées en questionnaires qui comportent les aspects relatifs à l'agrobiodiversité et des données socio-économiques. L'étude a été effectuée dans 4 oasis, contrastées par leur typologie, qui figurent parmi les plus principales oasis traditionnelles du Sud Marocain (Rich, Aoufouss, Alnif et Zagora). Dans chaque oasis, des enquêtes ont été conduites dans 5 Ksours avec un échantillon de 20 paysans interrogés par Ksar. L'étude est basée sur un total de 400 enquêtes. Ces oasis sont caractérisées par la pratique de polyculture et montrent un niveau de diversité remarquable. En fait, nous avons recensés la présence de 50 cultures différentes : 4 céréales, 5 légumineuses, 23 maraîchages, 5 fourrages et 13 arbres fruitiers. Le profil variétal du palmier dattier culture structurante de l'agroécosystème est très riche avec 31 variétés recensées. Les agroécosystèmes oasiens constituent un refuge de la diversité agricole et représentent une opportunité d'une grande importance pour conserver l'agrodiversité et maintenir des activités agricoles bien adaptées aux écosystèmes locaux dans une perspective de développement durable de ces régions.

Mots clés. Oasis – Agrobiodiversité - Variétés locales – Agroécosystème - Agriculture traditionnelle.

I - Introduction

Au Maroc, les oasis couvrent 48 000 ha et sont peuplées de plus de 1,7 millions d'habitants sur une superficie totale de 115 563 km², soit une densité de 15 habitants au km² (Sbaï, 2011). Elles couvrent tout le territoire sud atlasique du pays et s'étalent sur l'Anti Atlas, les vallées de Draa, du Ziz, Gheris, du Guir, de Toudgha et de Figuig (Kabiri, 2014). Les palmeraies de la région Draa-Tafilalet constituent l'une des plus importantes zones oasiennes avec une grande richesse en ressources phytogénétiques (Belarbi et al., 2004). A ce titre, elles sont intégrées dans la réserve de biosphère des oasis du sud marocain (RBOSM) reconnue par l'UNESCO en 2000. L'activité économique dans cette zone est essentiellement centrée sur l'agriculture (Andriamainty fils et al., 2002, Ait Hmida, 2003 ; Belarbi et al., 2004). L'agrosystème oasien est structuré en trois étages : le premier étage, avec le palmier dattier, constitue l'étage supérieur jouant le rôle de brise-vent et de protection des autres cultures; le deuxième étage, intermédiaire, constitué par des arbres fruitiers (olivier, grenadier, figuier, abricotier, prunier, etc.) ; et le troisième étage, inférieur, constitué des cultures sous-jacentes (céréales, luzernes et maraîchages) (Acherkouk et al., 2003). Cependant, ce schéma d'organisation peut varier en fonction de certains paramètres comme la géographie, le relief ou les sources en eau et le système de cultures (Dollé, 1990; Lasram, 1990; Toutain et al., 1990; Andriamainty et al., 2002; Khene, 2007; Kabiri, 2014; Sghaier, 2014) .

Les oasis font partie des richesses naturelles et patrimoniales du Maroc. Aujourd'hui elles sont confrontées à plusieurs menaces complexes (la rareté de l'eau, la salinisation des nappes phréatiques et des sols, les ravages causés par certaines maladies comme le Bayoud, et l'exode des populations) qui concourent à en accentuer la vulnérabilité (Ait Hmida, 2003;

Andriamainty fils *et al.*, 2002; Belarbi *et al.*, 2004; Hamidi, 2005). Dans ce contexte, les pratiques de l'agriculture traditionnelles sont menacées face à l'abandon de ses activités dans certains cas ou leur modernisation dans d'autres quand la taille des oasis et les ressources en eau le permettent. Cette inquiétante situation soulève le problème de l'érosion des savoirs traditionnels agricole dont l'agrobiodiversité est une composante majeure. Pourtant, l'agrobiodiversité oasienne constitue un pilier important pour promouvoir une agriculture durable à travers des produits de niche comme les produits de terroirs représentant un marquage territorial fort. Dans cette étude consacrée à l'inventaire et l'évaluation de l'agrobiodiversité oasienne on se propose de combler le manque des connaissances dans ce domaine et contribuer à la sensibilisation de l'importance de ce patrimoine.

II - Matériaux et méthodes

1. Description de la zone d'étude

Nous avons choisi comme zone d'étude 4 zones oasiennes (Rich, Aoufouss, Alnif et Zagora) considérées comme représentatives de la diversité agroécologique des zones oasiennes du revers sud du Haut Atlas.

Oasis Rich : La région de Rich fait partie de la province de Midelt dans le Haut Atlas oriental. Le cercle de Rich s'étend sur une superficie de l'ordre de 513 km². La population compte 25992 personnes d'après le recensement de 2014 avec une progression moyenne de 2.58% (HCP, 2014). Rich est une oasis de montagne, elle est traversée par l'Oued Ziz du Nord-Ouest en direction de Sud-Est et d'un de ses affluents l'Oued Ziddat. La pluviométrie se caractérise par l'irrégularité dans le temps et dans l'espace, ainsi la moyenne annuelle est de 102 mm. Elle peut varier entre un maximum de 220 mm et un minimum de 60 mm. Vu la localisation de l'oasis en altitude le gel peut s'étaler du mois décembre jusqu'au mois d'avril (PDAR de M'zizel, 2012).

Oasis Aoufouss : La palmeraie d'Aoufouss fait partie de la province d'Errachidia et s'étend sur une superficie d'environ 3253 ha ; réparties sur deux communes rurales : Aoufouss et R'teb et elle est située à 40 km de la ville d'Errachidia (ORMVA/TF, 1997). Elle a un climat de type semi-aride caractérisé par un faible niveau de précipitations qui ne dépasse guère les 100 mm/an. Les températures quand à elles, fluctuent entre -5°C en hiver et 40°C en été (ORMVA/TF, 1997).

Oasis Alnif : L'oasis d'Alnif fait partie de la commune rurale d'Alnif, elle est située dans la province de Tinghir. La commune couvre une superficie d'environ 1820 km², soit 13,9% de la superficie totale de la province. Géographiquement elle est située au carrefour des trois provinces, Errachidia, Ouarzazate et Zagora et fait partie de l'Anti-Atlas oriental. Le climat est de type saharien sec à tendance continentale. Il subit l'influence des masses d'air sahariennes et des masses Sud-Ouest atlantiques avec prédominance des premières. Les précipitations annuelles ne dépassent pas 80mm et la température peut atteindre 45°C en été.

Oasis Zagora: L'oasis de Zagora fait partie de la vallée de Drâa. Du point de vue administratif, elle appartient à la région Drâa-Tafilalt, Province de Zagora, commune de Zagora. La superficie de la commune est de 46km², elle est délimitée au nord-ouest par la commune Ternata, au sud par la commune de Tamegroute et à l'Est par la commune de de Rouha (MCZ, 2014). Le climat est de type saharien à hiver tempéré, il se caractérise par des températures estivales très élevées dépassant 48°C à l'ombre aux mois de Juillet et Août et par des températures hivernales de l'ordre de zéro degrés enregistrées aux mois de Décembre et Janvier. La moyenne annuelle des précipitations au niveau de la station de Zagora est de l'ordre de 74mm/an.

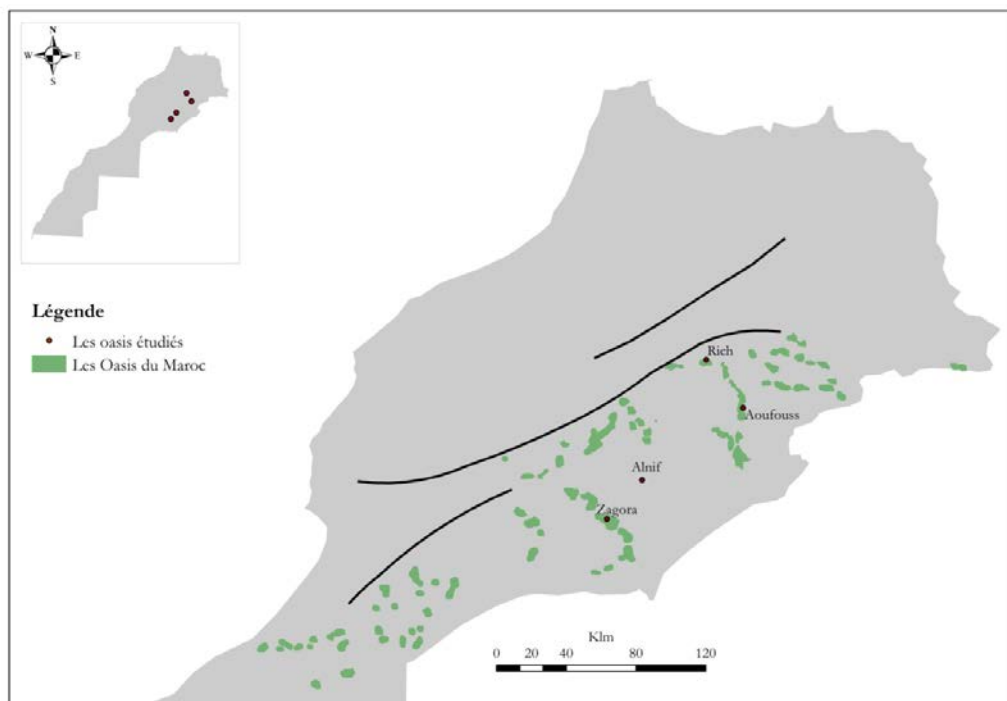


Figure1. Zone d'étude et localisation des oasis étudiées.

2. Méthodologie de l'étude

Dans le but d'inventorier et d'évaluer l'agrobiodiversité oasienne, nous avons fait appel à la technique des enquêtes semi-dirigées. Dans chaque oasis des enquêtes ont été conduites dans 5 *Ksour* avec un échantillon de 20 paysans par *Ksar*. L'étude se base alors sur un total de 400 enquêtes. L'enquête avec les agriculteurs est structurée par un questionnaire qui guide les entretiens et comporte en plus des aspects relatifs à l'agrobiodiversité la récolte des données socio-économiques qui ne seront pas exposés dans cette présentation.

Les résultats des enquêtes ont été codés en mode binaire (présence, absence) pour toutes les variétés recensées. On obtient alors un tableau dont les lignes sont les fiches d'enquêtes et les colonnes les variétés. Ce tableau a été analysé par une AFD (Analyse Factorielle des Correspondances) avec le logiciel SPSS version 20.

III - Résultats et discussion

Les oasis comme tous les agroécosystèmes traditionnels sont caractérisés par la pratique de polyculture et montrent généralement un niveau de diversité remarquable (Ater et Hmimsa, 2008). En fait, nous avons recensés au total la présence de 50 cultures différentes : 4 céréales, 5 légumineuses, 23 maraîchages, 5 fourrages et 13 arbres fruitiers. Le profil variétal du palmier dattier qui constitue l'espèce clé de voute de l'agroécosystèmes oasien (Acherkouk *et al.*, 2003) est très riche avec 31 variétés recensées.

Au niveau de l'oasis Alnif les cultures pratiquées par les paysans interrogés sont très diversifiées (42 cultures) et couvrent l'ensemble des cultures majeures à savoir : céréales (4),

légumineuses (4), maraichers (21), fruitiers (10) et fourrages (3). Au niveau de l'oasis Aoufouss nous avons recensés 32 cultures: céréales (3), légumineuses (2), maraichers (14), fruitiers (11) et fourrages (2). Au niveau de l'oasis Rich nous avons recensé 30 cultures : 4 céréales, 2 légumineuses, 13 maraichages et 10 fruitiers et la luzerne comme culture fourragère. Au niveau de l'oasis de Zagora nous avons inventorié 28 cultures, les céréales sont représentées par 3 cultures, les légumineuses par trois, les maraichages par 14 cultures, 7 arbres fruitiers et la luzerne. Cette dernière oasis présente une faible diversité des cultures par rapport aux autres oasis prospectées.

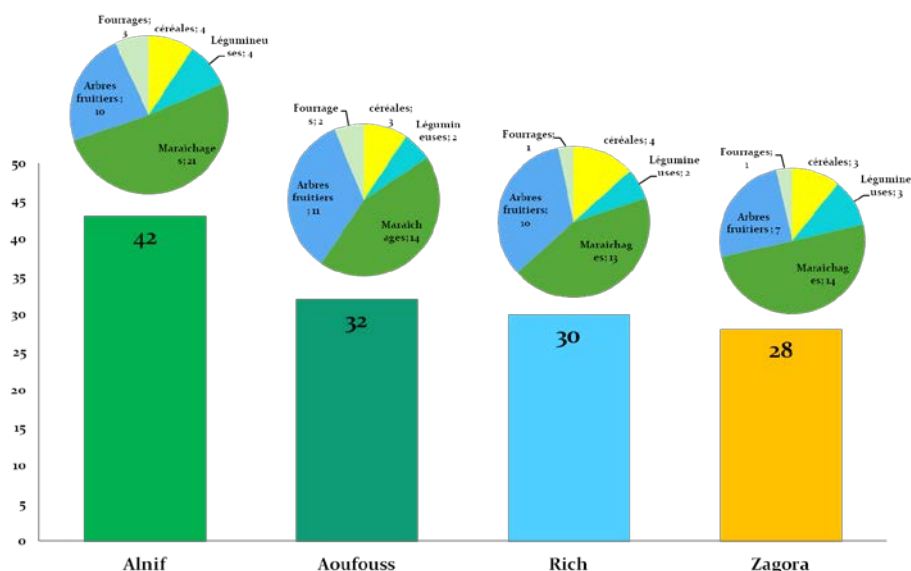


Figure 2. Richesse et diversité des cultures recensées au niveau des oasis étudiées.

L'analyse factorielle des correspondances à partir des données des enquêtes réalisées avec les paysans permet de comparer d'une manière synthétique l'agrodiversité au niveau des quatre oasis étudiées. Chaque oasis est représentée par 20 enquêtes où les cultures recensées représentent les variables explicatives. La projection des deux premiers axes 1 et 2 de l'analyse donne la meilleure représentation des données et permet de mettre en évidence une typologie des oasis basée sur les spécificités et particularité de l'agrodiversité.

Les deux premiers axes de l'analyse factorielle totalisent 13,68 % de l'inertie totale, ce qui est une bonne représentation compte tenu du nombre élevée des variables incluses dans l'analyse (113 variables).

L'axe 1 (8,21%) distingue nettement l'oasis d'Aoufouss des autres oasis en la plaçant du côté positive de l'axe 1. Tenant en compte de la signification des axes, l'axe 1 est corrélé positivement avec une richesse en fruitiers mais surtout en particulier avec la richesse en variétés du palmier dattier. Ce premier axe permet de distinguer deux types d'agroécosystèmes oasien, un type riche en fruitiers avec une grande diversité variétale du palmier dattier à l'opposé d'un autre type qui serait plutôt caractérisé par la diversité plus importante en cultures herbacées comme les céréales, fourrage et maraichages.

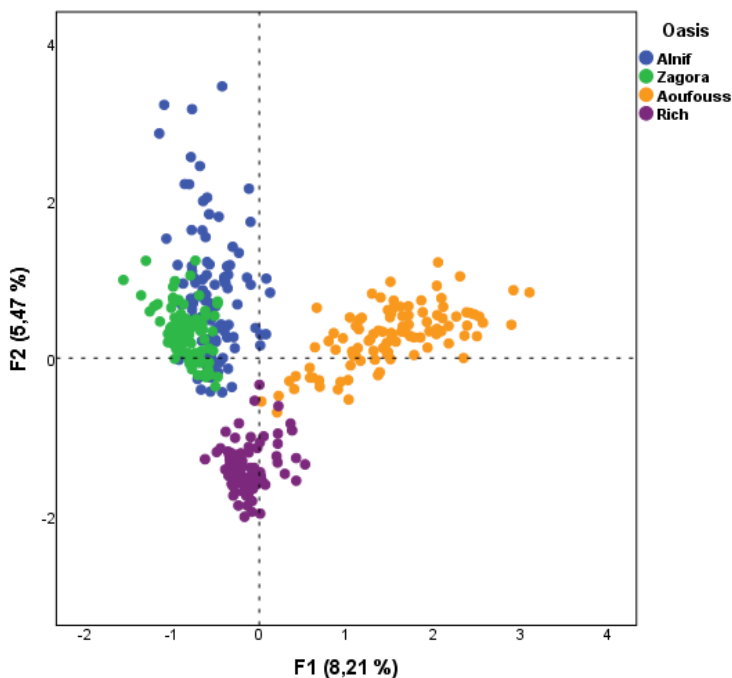


Figure 3. Projection du plan factoriel (F1, F 2) de l'analyse factorielle des correspondances.

L'axe 2 (5,47%) oppose nettement l'agroécosystème des oasis de Rich à celles d'Alnif et Zagora. Cette opposition s'explique par la particularité de cette oasis de montagne où la strate haute à palmier dattier est absente à cause de l'altitude et le froid hivernale. En outre, les fruitiers présents dans ces oasis sont particulièrement riches en fruitiers rosacées comme le pommier et le pêcher et on note également la présence du noyer qui trouve des conditions favorables. Les cultures maraîchères sont bien représentées et les fourrages cultivés sont représentés essentiellement par des céréales comme l'orge et le maïs fourrager. Ce deuxième axe permet d'opposer un agroécosystème oasien de montagne sans palmier dattier à des agrosystèmes à palmier dattier mais où la diversité des cultures herbacées essentiellement maraîchère est plus importante.

Ainsi, on peut esquisser une typologie basée sur l'agrodiversité et qui s'expliquerait par les particularités liées à la géographie, les ressources en eau et les savoirs locaux. En effet, si on se base sur le fait que le palmier dattier représente l'espèce clé de voute des agroécosystèmes oasien typique on peut relever l'exception des oasis de montagne comme l'exemple des oasis du Rich où cette espèce est absente. Donc, on peut opposer au système oasien le plus courant à 3 strates, un système oasien montagnard composé seulement de deux strates. Pour les 3 autres oasis où la strate haute à palmier dattier existe, il y a une nette différenciation par l'importance de la diversité dans les différentes strates et qui traduisent une certaine spécialisation. Par exemple, au niveau de l'oasis Aoufouss, elle est caractérisée par une grande diversification variétale au niveau des arbres fruitiers et spécialement le palmier dattier qui représente la production prioritaire. Par contre, au niveau de l'oasis Alnif, la diversification maximale est observée chez les cultures maraîchères qui représentent l'option prioritaire. Le palmier dattier joue un rôle principal écologique comme espèce structurante de l'écosystème mais un rôle secondaire sur le plan économique. Ce désintérêt des agriculteurs pour

l'exploitation du palmier dattier se traduit sur le terrain par l'observation de plusieurs parcelles abandonnées. D'autre part, les agriculteurs orientent l'exploitation des surfaces utiles et les ressources en eau au profit des cultures maraîchères dont une grande partie est destinée à l'autoconsommation. Au niveau de l'oasis de Zagora, bien que le profil des cultures pratiquées est similaire à celui d'Alnif, le niveau de la diversité variétale est nettement plus faible par rapport aux autres oasis. En effet, les agriculteurs donnent plus d'importance aux cultures fourragères (cas de la luzerne) en relation avec l'importance de l'élevage dans le système de production. Le palmier dattier occupe une importance par rapport à l'oasis d'Alnif.

IV - Conclusions

Les agroécosystèmes oasiens constituent un refuge de la diversité agricole dans les zones arides sous climat défavorable. L'inventaire réalisé au cours de cette étude constitue une contribution à la réalisation d'une base de données originale sur la diversité variétale des cultures pratiquées dans les agroécosystèmes oasiens. Au-delà des aspects patrimoniaux et des questions relatives à la problématique de la conservation de l'agrobiodiversité et des savoirs locaux, il faut noter l'importance des perspectives que l'utilisation de ces données laisse entrevoir pour concevoir des approches innovantes et compatibles avec la vision d'une agriculture oasienne durable. La conservation de la diversité est d'une grande importance pour limiter les retombées des tendances de la modernisation des pratiques agricoles qui engendrent souvent un glissement vers les monocultures et la réduction de la diversité variétale. Ce type d'évolution représente un grand danger pour la résilience des agroécosystèmes oasiens.

Références

- Acherkouk M., Boughlala M., Kaci S., Nawel Omeiri, Constantin Onana, Sitraka R. Rakotoson, 2003.** *Systèmes de production oasiens et sylvo-pastoraux : interactions, complémentarités et développement durable. Cas du bassin de Ghéris (Maroc)*. Montpellier: ICRA ; Rabat: INRA.
- Ait Hmida A., 2003.** Système de production et stratégies des agriculteurs dans les oasis de la région d'Errachidia au Maroc. *New Medit*, 2: 37-43.
- Andriamainty J.D., Djeddou R., Merzoug S.N. et al., 2002.** *Analyse des systèmes de production oasiens et des stratégies dans la province d'Errachidia au Maroc*. Montpellier: ICRA ; Rabat: INRA.
- Ater M., Hmimsa Y., 2008.** Agriculture traditionnelle et agrobiodiversité dans le bassin versant de l'Oued Laou (Maroc). *Travaux de l'institut scientifique : série générale*, 5: 107-115.
- Belarbi A., Bouayad A., Diaou M., Kaassis N., Tidjani Maliki M., 2004.** *Agrobiodiversité et durabilité des systèmes de production oasiens dans la palmeraie d'Aoufouss, Errachidia-Maroc*. Montpellier: ICRA ; Rabat: INRA.
- Dollé V. 1990.** Elevage intensif en oasis, une composante importante du système de production. In : Dollé V. and Toutain G. (eds.). *Les systèmes agricoles oasiens*. Montpellier: CIHEAM IAMM, pp. 195-204. Options Méditerranéennes, A 11.
- Hamidi M.H., 2005.** *Dynamiques agraires et perspectives d'actions de développement rural des bassins versants des oasis de Tafilalet, province d'Errachidia, Maroc*. Mémoire d'Ingénieur des techniques agricoles de Clermont Ferrand.
- HCP, 2014.** *Recensement général de la population et de l'habitat*. Haut Commissariat au Plan Maroc.
- Kabiri L., 2014.** *Etude comparative des modes de gestion, de conservation et de valorisation des ressources naturelles des oasis et des zones désertiques des pays de MENA DELP*. Projet MENA-DELP (Projet de coordination et de partage des connaissances sur les moyens de subsistance et les écosystèmes désertiques, au profit de l'Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie).
- Khene B., 2007.** *Caractérisation d'un agro système oasien : Vallée du Mزاب et Guerrara. (Wilaya de Ghardaïa)*. Thèse de Magistère. El Harrach, Alger: Institut National Agronomique.
- Lasram M., 1990.** *Les systèmes agricoles oasiens dans le Sud de la Tunisie*. In : Dollé V. and Toutain G. (eds.). *Les systèmes agricoles oasiens*. Montpellier: CIHEAM IAMM, pp. 21-27. Options Méditerranéennes, A 11.
- MCR, 2012.** *Monographie du cercle de Rich, province de Midelt*, Ministère de l'Intérieur.
- MCRA, 2010.** *Monographie de la commune rurale d'Aoufouss, province Errachidia*. Ministère de l'Intérieur.
- MCRA, 2013.** *Monographie de la commune rurale d'Alnif, province de Tinghir*. Ministère de l'Intérieur.
- MCZ, 2014.** *Monographie de la commune de Zagora, province Zagora*, Ministère de l'Intérieur.

- MPZ, 2013.** *Monographie de la province de Zagora*, Ministère de l'Intérieur.
- ORMVA/TF, 1997.** *Monographie des CMV de L'ORMVA du TAFILALET*.
- PDAR, 2012.** *Plan de développement d'agglomération rurale de la commune de M'zizel. (Analyse et Diagnostic)*.
- Sbaï L., 2011.** *Oasis du Maroc : Cadre Juridique et Institutionnel*. IUCN.
- Sghaier M., 2014.** *Perspectives de développement de l'approche filière pour la structure des activités des communautés locales au niveau des oasis de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie)*. Projet MENA-DELP (Projet de coordination et de partage des connaissances sur les moyens de subsistance et les écosystèmes désertiques, au profit de l'Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie).
- Toutain G., Dollé V., Ferry M., 1990.** Situation des systèmes oasiens en régions chaudes. Les systèmes agricoles oasiens. In : Dollé V. and Toutain G. (eds.). *Les systèmes agricoles oasiens*. Montpellier, CIHEAM IAMM, pp. 7-18. Options Méditerranéennes, A 11.

Influence of sprouting bioprocess on durum wheat (*Triticum durum*) prebiotic properties

Sarra Jribi¹, Otilia Tamara Antal², Zoltan Fustos², Greta Papai², Zoltan Naar², Oussema Kheriji³, Hajer Debbabi¹

¹ National Institute of Agronomy of Tunisia (INAT), Research Unit UR17AGR01 "Valorization of the Tunisian natural and agro-food heritage through innovation", University of Carthage, Tunis (Tunisia)

² Food Science Research Institute, National Agricultural Research and Innovation Centre, Budapest (Hungary)

³ National Institute of Cereal Crops (INGC), Bou Salem (Tunisia)

* Sarra Jribi: sarra.jribi@gmail.com

Abstract. Sprouting has been widely used as a green engineering tool improving cereals and pulses nutritional properties. Thus, sprouts could be suggested as a functional food. In this study, we aimed to evaluate the role of sprouting bioprocess in enhancing durum wheat (*Triticum durum*) prebiotic properties, through the use of an in vitro digestion model. The methodology consisted in sprouting two different cultivars of durum wheat "Karim" (a modern cultivar) and "Chili" (a landrace old one) for 48 hours and then digest them to calculate the prebiotic index. Results showed that the tested cultivars had a positive prebiotic index either before or after sprouting. Interestingly, this bioprocess increased prebiotic index (+62.7% for "Karim" and +14.4% for "Chili"). However, the intensity of evolution for this parameter was dependent on the genetic background. In conclusion, our study, showed that sprouting is a sustainable tool for enhancing prebiotic properties, and therefore gut health.

Keywords. Durum wheat - Sprouting - In vitro digestion - Prebiotic index.

Influence du bioprocédé de la germination sur les propriétés prébiotiques du blé dur (*Triticum durum*)

Résumé. La germination est un bioprocédé utilisé pour l'amélioration des propriétés nutritionnelles des céréales et légumineuses. De ce fait, les graines germées peuvent être proposées comme aliment fonctionnel. Cette étude a pour objectif l'évaluation du rôle de la germination dans l'amélioration des propriétés prébiotiques du blé dur (*Triticum durum*) via un modèle de digestion in vitro. La méthodologie a consisté à germer deux variétés de blé dur: «Karim» (une variété améliorée) et «Chili» (une variété autochtone) pendant 48h ensuite calculer l'index prébiotique. Les résultats ont montré que les deux variétés testées avaient un index prébiotique positif que ce soit avant ou après germination. Les bioprocédés de la germination ont contribué à une augmentation des valeurs de l'index prébiotique (+62,7% pour «Karim» et +14,4% pour «Chili»). Cependant, l'intensité de cette évolution dépendait de la variété testée. En conclusion, cette étude a montré que la germination est un moyen durable contribuant à l'amélioration des propriétés prébiotiques et ainsi du confort intestinal.

Mots-clés. Blé dur – Germination - Digestion in vitro - Index prébiotique.

I - Introduction

Nowadays, consumers' awareness about the link between their health status and the diet they adapt rose considerably. Since the human gut microbiota has been shown to play a major role in the health of the host (Markowiak and Śliżewska 2017), the manipulation of the composition of the intestinal flora is currently attracting interest for a potentially more healing community. Dietary fibres, and prebiotics are all dietary components that can play a critical role in maintaining a healthy gut microflora. Prebiotics are non-digestible food ingredients that beneficially stimulates growth or/and activity of one or a limited number of beneficial bacteria in the colon (Grootaert et al., 2007). In fact, any foodstuff that reaches the colon, such as non-digestible carbohydrates, can be a prebiotic candidate. Various types of fibres and prebiotics

could influence specifically *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* populations. *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. are common markers for gut health since they could down-regulate gut inflammation, alleviate irritable bowel syndrome symptoms, stimulate immune functions, help in mineral absorption and produce little, if any, gas or known carcinogenic substances (Krumbeck *et al.*, 2016; Markowiak and Śliżewska, 2017). Thus, improving products with functional food ingredients such as fibres and prebiotics can satisfy consumer demands for foods with benefits beyond basic nutrition.

Sprouting is an old green tool used to improve cereals and pulses nutritional properties (Donkor *et al.*, 2012). This bioprocess is marked by a degradation of some storage molecules (proteins, starch...) under enzymatic activities (Mak *et al.*, 2009) and synthesis of bioactive molecules (Carotenoids, polyphenols, vitamins...) (Jribi *et al.*, 2019a; Plaza *et al.*, 2003). Consequently, digestibility could be improved. Wheat and its by-products (such as bran) are recognized by their promoting prebiotic effect on probiotic microorganisms (Al-Sheraji *et al.*, 2013; Terpou *et al.*, 2018). The role of sprouting in improving nutritional properties has been highlighted previously (Gan *et al.*, 2017). However, to the best of our knowledge, durum wheat sprouts behavior during digestion has not been reported. Experimental *in vitro* digestion models are widely used for the study of structural changes, digestibility and release of food compounds in gastrointestinal-like conditions. In fact, clinical trials are quite expensive and time consuming, and may raise ethical concerns (Minekus *et al.*, 2014; Ting *et al.*, 2015). Added to nutritional characterization of functional foodstuffs, an understanding of food components behavior during digestion is needed to prove the suggested physiological effects. Therefore, *in vitro* digestion model could be suggested as a useful alternative to overcome these problems. Dupont (2016) specified in his review, the composition of the simulated gastrointestinal media. Most of these media contain digestive enzymes (pancreatin, pepsin, trypsin, chymotrypsin, peptidase, α -amylase and lipase), bile salts and mucin. The experimental conditions in these models are a digestion temperature of 37 °C and an incubation time of 2 hours.

Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of sprouting bioprocess in durum wheat (*Triticum durum*) prebiotic properties, through the use of an *in vitro* digestion model. As some studies reported differences between old and modern cultivars, an interest was accorded also to the genetic background of samples.

II - Materials and Methods

1. Plant material

Two Tunisian cultivars of durum wheat (*Triticum durum*) were selected for this study: a high yielding one, Karim, (the most grown cultivar in Tunisia), and a landrace Chili (an old cultivar). Samples (harvested in 2015) were kindly provided by the National Institute of Cereal crops (INGC) (Bou salem, Tunisia) and the Bank of Genes (Tunis, Tunisia).

2. Sprouting procedure

Sprouting was conducted exactly as described in previous study of Jribi and co-workers (2019b). After sprouting, samples were immediately subjected to lyophilisation (Christ freeze dryer alpha 1-4 LCS, Germany) then milled (Retsch Grindomix GM 200, Germany) and stored at -18°C until analysis.

3. In vitro digestion

Samples were digested according to the model developed by the Food Science Research Institute (Budapest, Hungary). The model was mainly based on Versantvoort and co-workers (2005) protocol (without glucose in the gastric juice). It also contained elements from the COST Infogest model (Minekus *et al.*, 2014), like snap-freezing samples in liquid nitrogen.

The colon phase was modelled by inoculating the digested samples with a bacterial mixture made of *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* NCAIM B.01821, *Lactobacillus casei* 2756, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Clostridium perfringens* ATCC 13124 at 10^6 CFU (colony-forming unit) ml^{-1} concentration for each. This step was followed by an anaerobic incubation for 24 h. Plate counting was performed on selective media: *Bifidobacterium* - BSM agar (Fluka Analytical 88517, SIGMA-ALDRICH CHEMIE GmbH, Riedstr. 2-D89555 Steinheim, Germany. Product of Switzerland), *Lactobacillus* – Rogosa agar (Rogosa Agar, Fluka Analytical 83920, SIGMA-ALDRICH CHEMIE GmbH, Riedstr. 2-D89555 Steinheim, Germany. Product of Switzerland), *E. coli* - Harlequin™ *E.coli*/Coliform agar (Harlequin™ *E.coli*/Coliform Medium, LABM HAL008, Lab M Limited, Heywood, United Kingdom), *Clostridium* - TSC agar (Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSC Agar), Scharlab 01-278, Barcelona, Spain).

In vitro digestion experiments were conducted in duplicate.

4. Prebiotic index

The growth rate is based on the rate between the number measured at the end and at the beginning of the experiment. Almost every research group (exception: Vulevic *et al.* 2004) compares the growth rate of a given bacteria with the growth rate of total bacteria.

In the equations presented below the following abbreviations will be used: FA= the number of favourable bacterium unit; AD= the number of adverse bacterium unit; TOT=the number of total bacteria in the system; t (h) = the final moment of the measurement; 0 h=the beginning of the measurement.

The following equations can be found in the scientific literature. Some equations are based on colony forming unit (CFU), others on its natural or base 10 logarithm:

$$PI = (FA_{t(h)} - FA_{0h}) / TOT_{t(h)} - (AD_{t(h)} - AD_{0h}) / TOT_{t(h)}$$

(Equation 1. Manderson *et al.*, 2005; Olano-Martin *et al.*, 2002).

(The abbreviations represent the number of the given bacterial group at the given time point in base 10 logarithm of CFU)

$$PI = (FA_{t(h)} - FA_{0h}) / t - (AD_{t(h)} - AD_{0h}) / t$$

(Equation 2. Vulevic *et al.*, 2004).

where t means the incubation time, the abbreviations represent the number of the given bacterial group at the given time point in natural logarithm of CFU

$$PI = (FA_{t(h)} / FA_{0h}) / (TOT_{t(h)} / TOT_{0h}) - (AD_{t(h)} / AD_{0h}) / (TOT_{t(h)} / TOT_{0h})$$

(Equation 3. Barczyńska *et al.* 2015; Depeint *et al.* 2008; Mandalari *et al.*, 2008; Śliżewska, 2013).

The abbreviations represent the number of the given bacterial group at the given time point in CFU.

The method applied in this research is the combination of the 1st and the 3rd method. We count with the logarithm base 10 of the CFU's, but the equation is the same as in the 3rd method:

$$PI = (FA_{t(h)} / FA_{0h}) / (TOT_{t(h)} / TOT_{0h}) - (AD_{t(h)} / AD_{0h}) / (TOT_{t(h)} / TOT_{0h})$$

(Equation 4)

In other words:

$$PI = Bif + Lac - Eco - Clos$$

(Equation 5).

Where **Bif** = $(\log Bif\ Tx / \log Bif\ T0) / (\log Tot\ Tx / \log Tot\ T0)$

(Equation 6).

Equation (6) was applied for all terms of Equation (5) and **Bif** - number of *Bifidobacterium* CFUs, **Lac** - number of *Lactobacillus* CFUs, **Eco** - number of *Escherichia* CFUs, **Clos** - number of *Clostridium* CFUs; **Tx** – at sample time; **T0** – at inoculation time.

III - Results and discussion

As shown in Figure 1, all tested samples had a positive PI. Referring to Equation (5) these results indicate a preferential growth of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*, known as main health promoting bacterial groups. Such nutritional properties might be related to the presence of prebiotic carbohydrates in wheat. Wheat prebiotic properties could be associated to the presence of fibers (Al-Sheraji *et al.*, 2013). Fibers represent 13% of the wheat grain (Fardet, 2010). Particularly, in this study whole meal flour was used. Vulevic *et al.* (2004) evaluated specific growth rates and PI with different substrates. They showed that the highest *Bifidobacterium* growth rates were obtained with trans-galacto-oligosaccharides and fructo-oligosaccharides with trans-galacto-oligosaccharides (50:50) for *Bifidobacterium*. Soya oligosaccharides and isomalto-oligosaccharides led to a maximal growth for *Lactobacillus*. The use of simple sugars like sucrose led to a negative PI. Moreover, the preferential growth of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* could also be attributed to the presence of resistant starch. Zeng *et al.* (2018) investigated the prebiotic activities of fractionated lotus seed resistant starches. They reported that resistant starch promoted the growth of *Bifidobacterium adolescentis* and *Lactobacillus acidophilus*.

Interestingly, PI of raw Chili (old) wheat was higher than Karim one (modern) ($p < 0.05$). This difference could be related to genetic differences between old and modern genotypes. In fact, previous results of Ficco *et al.* (2018), comparing different modern and old durum wheat cultivars, showed that modern ones have negligible amounts of resistant starch if compared to old ones.

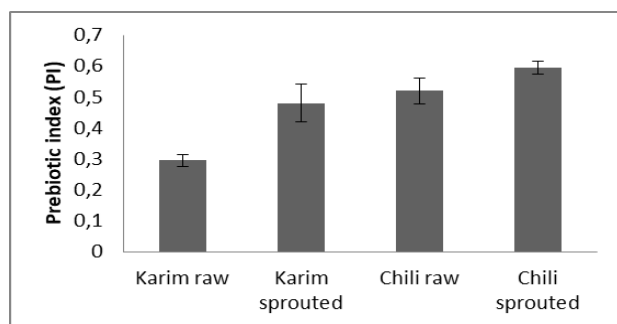


Figure 1. Evolution of prebiotic index (PI) after sprouting of two wheat cultivars.

The effect of sprouting on PI depended on the genetic background of the sample used. The increase of PI was significant ($p < 0.05$) only for the high yielding cultivar Karim (+62.7%). The

difference observed among the two cultivars could be explained by the different proportions of nutrients of seeds. In fact, geographical location, agronomic practices and genetic background had an effect on seeds composition (Lee *et al.*, 2016). Regarding samples used in this study, the promoting effect of sprouting on PI might be related to the evolution of nutritional properties during this bioprocess (increase in bioactive compounds, peptides...). Particularly, sprouting leads to an increase in fibers (Hung *et al.*, 2011; Koheler *et al.*, 2007) which may have a positive effect on *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* growth. Results of this research suggest that the evolution of nutrients during sprouting depends on the genotype tested.

IV - Conclusions

Our *in vitro* results have shown that prebiotic effects in the human colon could be induced not only by whole mill flour obtained from raw durum wheat seeds (*Triticum durum*), but also from sprouted seeds. Interestingly, sprouting could significantly enhance this positive effect in high yielding cultivar. This finding highlights the interest to use sprouts as functional ingredient. In conclusion, sprouted wheat flour could be suggested as a potential source of prebiotics as they can similarly satisfy consumers' demands for natural products and functional foods in relation with human gut health.

Acknowledgements

Authors are thankful to the Tunisian Ministry of Higher Education and Scientific Research and Szent István University, Hungary for granting Sarra JRIBI scholarship.

References

- Al-Sheraji S.H., Ismail A., Manap M.Y., Mustafa S., Yusof R. M., Hassan F. A., 2013. Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5(4): 1542-1553. [doi: 10.1016/j.jff.2013.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.009)
- Barczyńska R., Śliżewska K., Libudzisz Z., Kapuśniak K., Kapuśniak J., 2015. Prebiotic properties of potato starch dextrins. *Postępy Hig Med Dosw*, 69: 1031-1041.
- Depeint F., Tzortzis G., Vulevic J., l'Anson K., Gibson G.R., 2008. Prebiotic evaluation of novel galactooligosaccharide mixture produced by the enzymatic activity of *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171, in healthy humans: a randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled intervention study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87: 785-791.
- Donkor O.N., Stojanovska L., Ginn P., Ashton J. and Vasiljevic T., 2012. Germinated grains. Sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 135(3): 950-959. [doi: 10.1016/j.foodchem.2012.05.058](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.058)
- Dupont D., 2016. In vitro digestion models. In: *Reference module in food science*. Elsevier. [doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.21091-3](https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21091-3)
- Fardet A., 2010. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? *Nutrition Research Reviews*, 23: 65-134. [doi: 10.1017/S0954422410000041](https://doi.org/10.1017/S0954422410000041)
- Ficco D.B.M., Prandi B., Amaretti A. et al., 2018. Comparison of gluten peptides and potential prebiotic carbohydrates in old and modern *Triticum turgidum* ssp. genotypes. *Food Research International*, 120: 568-576. [doi: 10.1016/j.foodres.2018.11.007](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.007)
- Gan R.Y., Lui W.Y., Wu K., Chan C.-L., Dai S.-H., Sui Z.-Q., Corke H., 2017. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts. An updated review. *Trends in Food Science and Technology*, 59: 1-14. [doi: 10.1016/j.tifs.2016.11.010](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.010)
- Grootaert C., Delcour J.A., Curtin C.M., Broekaert W.F., Verstraete W., Wiele T. van de, 2007. Microbial metabolism and prebiotic potency of arabinoxylan oligosaccharides in the human intestine. *Trends in Food Science and Technology*, 18(2): 64-71. [doi: 10.1016/j.tifs.2006.08.004](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.08.004)
- Hung P.V., Hatcher D.W., Barker W., 2011. Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 126(4): 1896-1901. [doi: 10.1016/j.foodchem.2010.12.015](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.015)
- Jribi S., Molnar H., Adanyi N., Marzougui S., Naar Z., Debbabi H., 2019a. Effect of sprouting temperature on Durum wheat (*Triticum durum*) sprouts nutritional properties and bioactive compounds. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 3(1): 87-95. [doi: 10.29329/ijiaar.2019.188.9](https://doi.org/10.29329/ijiaar.2019.188.9)
- Jribi S., Molnar H., Antal O.T., Adanyi N., Kheriji O., Naar Z., Debbabi H., 2019b. Zinc fortification as a tool for improving sprouts hygienic and nutritional quality: A factorial design approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(11): 5187-5194 [doi: 10.1002/jsfa.9765](https://doi.org/10.1002/jsfa.9765)

- Koehler P., Hartmann G., Wieser H., Rychlik M., 2007. Changes of folates, dietary fiber and proteins in wheat as affected by germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12): 4678-4683. doi: [10.1021/jf0633037](https://doi.org/10.1021/jf0633037)
- Krumbeck J.A., Maldonado-Gomez M.X., Ramer-Tait A.E. et al., 2016. Prebiotics and symbiotics: dietary strategy for improving gut health. *Current Opinion on Gastroenterology*, 32(2): 110-119. doi: [10.1097/MOG.0000000000000249](https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000249)
- Lee J., Nam D. S., Kong C., 2016. Variability in nutrient composition of cereal grains from different origins. *SpringerPlus*, 5: 419. doi: [10.1186/s40064-016-2046-3](https://doi.org/10.1186/s40064-016-2046-3)
- Mak Y., Willows R. D., Roberts T. H. et al., 2009. Germination of wheat: A functional proteomics analysis of the embryo. *Cereal Chemistry*, 86(3): 281-289. doi: [10.1094/CCHEM-86-3-0281](https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-3-0281)
- Mandalari G., Faulks R.M., Bisignano C., Waldron K.W., Narbad A., Wickham M.S.J., 2010. In vitro evaluation of the prebiotic properties of almond skins (*Amygdalus communis* L.). *FEMS Microbiology Letters*, 304: 116-122. doi: [10.1111/j.1574-6968.2010.01898.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2010.01898.x)
- Manderson K., Pinart M., Tuohy K.M., Grace W.E., Hotchkiss A.T., Widmer W., Yadav M.P., Gibson G.R., Rastall R.A., 2005. In vitro determination of prebiotic properties of oligosaccharides derived from an orange juice manufacturing by-product stream. *Applied Environmental Microbiology*, 71(12): 8383-8389. doi: [10.1128/AEM.71.12.8383-8389.2005](https://doi.org/10.1128/AEM.71.12.8383-8389.2005)
- Markowiak P., Śliżewska K., 2017. Effects of probiotics, prebiotics and symbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9): 1021. doi: [10.3390/nu9091021](https://doi.org/10.3390/nu9091021)
- Minekus M., Alminger M., Alvito P. et al., 2014. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. *Food and Functions*, 5(13): 1113-1124. doi: [10.1039/c3fo60702i](https://doi.org/10.1039/c3fo60702i)
- Olano-Martin E., Gibson G.R., Rastall R.A., 2002. Comparison of in vitro bifidogenic properties of pectins and pectic-oligosaccharides. *Journal of Applied Microbiology*, 93(3): 505-511. doi: [10.1046/j.1365-2672.2002.01719.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01719.x)
- Plaza L., De Ancos B., Cano M.P., 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *European Food Research Technology*, 216: 138-144. doi: [10.1007/s00217-002-0640-9](https://doi.org/10.1007/s00217-002-0640-9)
- Śliżewska K., 2013. The citric acid-modified, enzyme-resistant dextrin from potato starch as a potential prebiotic. *Acta Biochimica Polonica*, 60(4): 671-675.
- Terpou A., Bekatorou A., Bosnea L., Kanellaki M., Ganatsios V., Koutinas A.A., 2018. Wheat bran as prebiotic cell immobilisation carrier for industrial functional Feta-type cheese making: Chemical, microbial and sensory evaluation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13: 75–83. doi: [10.1016/j.bcab.2017.11.010](https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.11.010)
- Ting Y., Zhao Q., Huang Q., 2015. Using in vitro and in vivo models to evaluate the oral bioavailability of nutraceuticals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(5): 1332-1338. doi: [10.1021/jf5047464](https://doi.org/10.1021/jf5047464)
- Versantvoort C.H.M., Oomen A.G., Camp E. van de, Rempelberg C.J.M., Sips A.J.A.M., 2005. Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food Chemistry and Toxicology*, 43(1): 31-40. doi: [10.1016/j.fct.2004.08.007](https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.08.007)
- Vulevic J., Rastall R.A., Gibson G.R., 2004. Developing a quantitative approach for determining the in vitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. *FEMS Microbiology Letters*, 236(1): 153-159. doi: [10.1016/j.femsle.2004.05.036](https://doi.org/10.1016/j.femsle.2004.05.036)
- Zeng H., Chen P., Chen C., Huang C., Lin S., Zheng B., Zhang Y., 2018. Structural properties and prebiotic activities of fractionated lotus seed resistant starches. *Food Chemistry*, 251: 33-40. doi: [10.1016/j.foodchem.2018.01.057](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.057)

L'étoffe "Ouabri" en poils de dromadaire de la région de Djelfa-Algérie

Une filière essentielle pour la sécurité alimentaire

Amel Kanoun-Meguelli¹, Mohamed Kanoun¹, Johann Huguenin²,
Mohamed Saadaoui³, Ahmed Bellahrache⁴

¹ INRAA, ITMA, Djelfa (Algérie)

² CIRAD, Campus International de Baillarguet, Montpellier (France)

³ Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger (Algérie)

⁴ INRAA, El Harrach, Alger (Algérie)

Résumé. Cette étude aborde les savoir-faire concernant la transformation et la commercialisation des produits de terroir conçus à partir du Tissage "Ouabri" en poils de dromadaires de type "Aiguiga". L'élevage des ruminants en steppes conserve toujours une place déterminante. Ses sous-produits assurent une part importante des revenus d'une grande proportion des ménages ruraux. Leur valorisation artisanale donne plus d'autonomie aux femmes pour faire face à des dépenses importantes (maladie, mariage, scolarisation des enfants, etc.). Ces artisanes sont à considérer comme des acteurs économiques clés de la sécurité alimentaire. Cependant, les sociétés agropastorales ont subies des mutations socio-économiques et territoriales importantes. Cette conjoncture a vulnérabilisé les savoir-faire ancestraux particulièrement ceux utilisés dans la production des étoffes *Ouabri Aiguiga*. L'objectif de cette étude vise à fournir des éléments de compréhension de la situation actuelle du Tissage Ouabri. Notre questionnement porte sur les contraintes qui peuvent peser sur le développement de cette filière traditionnelle. Au vue de la complexité de ce domaine, nous avons eu recours à une démarche systémique en tenant compte de la dimension genre et de l'approche filière. Les résultats ont montré que cette activité génératrice de revenus représente une source d'emplois et de complément de revenu pour un grand nombre de ménages. Cette mise en évidence est essentielle dans un contexte marqué par des incertitudes financière et de manque d'emplois. Toutefois, l'organisation actuelle des acteurs, l'absence de la reconnaissance territoriale du produit et l'inégalité des revenus sont les contraintes majeures qui pèsent sur le développement de la filière.

Mots-clés. Tissage - Artisanat - Femmes - Etoffe - Djelfa.

The "Ouabri" cloth made of camel hair from the Djelfa-Algeria region. An essential sector for food security

Abstract. This study addresses the knowledge concerning the transformation and commercialization of local products made from "Ouabri" weaving into "Aiguiga" camel hair. Ruminant livestock farming in steppes still plays a determining role. Its by-products provide a significant share of the income of a large proportion of rural households. Their artisanal valorisation gives women more autonomy to face important expenses (illness, marriage, children's schooling, etc.). These women are to be considered as key economic actors in food security. However, agropastoral societies have undergone important socio-economic and territorial mutations. This situation has made ancestral knowledge vulnerable particularly that used in the production of *Ouabri Aiguiga* cloth. The objective of this study is to provide elements of understanding of the current situation of *Ouabri Weaving*. Our questioning concerns the constraints that can influence the development of this traditional field. In view of the complexity of this domain, we have used a systemic approach, taking into account the gender dimension and the value chain approach. The results have shown that this income-generating activity represents a source of employment and additional income for a large number of households. This emphasis is essential in a context of financial uncertainty and lack of job opportunities. However, the current organizations of actors, the absence of territorial recognition of the product and income inequality are the major constraints on the development of the sector.

Keywords. Weaving - Handicrafts – Women - Clothing - Djelfa.

I - Introduction

La Wilaya de Djelfa, cœur du territoire steppique algérien est le berceau de la production d'une grande gamme d'étoffes "*Ouabri* en poils de dromadaires de type *Aiguiga*. L'élevage des ruminants en steppes conserve une place majeure sur le plan de la production alimentaire, socioéconomique et environnemental. La valorisation traditionnelle de ses sous-produits par des artisans assure une part importante des revenus monétaires d'une grande proportion des ménages ruraux et agropastoraux.

En effet, les femmes-artisanes sont à considérer comme des acteurs économiques clés du développement rural (Kanoun *et al.*, 2012). Toutefois, la conjugaison de perturbations climatiques et de changements d'usages anthropiques, ont induit des mutations socio-économiques et territoriales profondes dans les sociétés rurales et agropastorales (Benidir, 2015; Kanoun, 2016). Il en résulte des menaces potentielles pour la préservation des savoir-faire et un risque émergeant sur la source d'employabilité. De cette dynamique en cours, découle notre questionnement qui se décline principalement par ces questions de recherche: Est ce qu'il existe réellement un marché et une filière traditionnelle de l'étoffe *Ouabri* ? Quels sont les acteurs de la filière *Ouabri* ? Et quelles sont les principales contraintes qui pèsent sur le développement de la production des étoffes *Aiguiga* ? Quels sont les facteurs de motivation pour les artisans ?

L'orientation de nos travaux s'est faite suivant trois hypothèses principales:

Hypothèse 1: La région de Djelfa est traditionnellement productrice d'étoffes et se caractérise par un marché potentiel et une filière *Ouabri* en poils de dromadaire. Cela peut constituer un atout essentiel pour la sécurité alimentaire.

Hypothèse 2: Les stratégies commerciales marquées par des acteurs économiques exclusivement masculins tendent à limiter l'activité des femmes qui risquent de ne pas pouvoir ainsi garantir la continuité de cette pratique de production.

Hypothèse 3: L'absence d'une protection officielle des produits de terroir constituent une menace qui peut nuire au développement de la filière *Ouabri*.

II - Matériel et méthodes

L'objectif de cette recherche est de construire un cadre d'analyse interdisciplinaire qui permet de produire des connaissances fiables sur un sujet complexe dont la problématique demande des connaissances théoriques larges et complémentaires. Pour cela, nous avons eu recours à une démarche systémique en tenant compte de la dimension genre et de l'approche filière (CSA, 2013). Des enquêtes de groupes et individuelles ont été réalisées au niveau du chef lieu de Djelfa et Messaâd. Les informations ont été collectées et analysées grâce à l'utilisation d'outils nécessitant une approche participative (la ligne du temps, le profil historique, le champ de forces, et les matrices de notation et de priorisation) et des enquêtes formelles auprès de 100 ménages exerçant les activités artisanales et élevages (Chevalier *et al.*, 2008). Notre échantillon a concerné les femmes artisanes de la région de Djelfa. En parallèle, des enquêtes marché ont été réalisées auprès des personnes ressources (commerçants, intermédiaires, consommateurs, éleveurs, grossistes, etc.).

III - Résultats et discussion

1. La région de Djelfa-Algérie : Le berceau des étoffes *Ouabri*

La population de la Wilaya s'élève à 1 311 075 habitants avec une densité de 41 habitants/km² et elle présente une croissance démographique élevée : 3,7 % (DPAT, 2016). Sur ce nombre que compte la Wilaya, 1 004 402 habitants résident dans les Agglomérations Chefs-lieux (ACL) soit 76,61%, 59 720 habitants dans les Agglomérations secondaires (AS) soit 4,55% et 24 952

habitants dans la zone éparse (ZE) représentant 18,84%. La population masculine représente plus de 51% contre 49 % de sexe féminin. Sur le plan démographique, il est surtout à souligner que 60% de la population a moins de 24 ans dont 48% du sexe féminin (DPAT, 2016). Ces femmes ont un rôle incontournable dans la production artisanale. Au niveau de Messaâd, 70% des femmes exercent des activités liées au tissage *Ouabri* dont 20% sont concernées par le Tissage de type *Aiguiga*. Ce dernier constitue le premier savoir-faire générateur de revenus, c'est à dire, il est un atout essentiel pour la sécurité alimentaire.

Le produit issu de cette activité nommée étoffe est très apprécié au niveau national et même au delà des frontières. Il est utilisé dans la confection d'une grande gamme de *Qashabiya*¹ et *Burnous Ouabri*. Ces deux habits connaissent aujourd'hui une demande importante particulièrement la *Qashabiya Ouabri*. En plus, le tissu de l'étoffe s'adapte bien à d'autres confections notamment des tenues modernes.

2. L'étoffe *Ouabri* : Source de revenu et d'emplois

Les résultats obtenus ont montré que cette activité est potentiellement génératrice de revenus et constitue une source d'emplois et de complément de revenu à un grand nombre de ménages notamment dans un contexte marqué par des incertitudes économiques et financières (Kanoun *et al.*, 2012). En effet, les opérations les plus délicates qui s'exerçaient dans le cadre d'actions familiales exigeantes en savoir-faire, notamment en termes de cardage, d'écharpage, de filage, et de montage de la tram sont devenues rémunérées (Tableau 1). L'analyse des données a permis de révéler que l'étoffe *Ouabri* représente la seule source de revenus pour 55% des familles interviewées dont 58% et 42% habitent respectivement les agglomérations chef-lieu et secondaire. Elle participe au revenu de 40% des interrogés dont 65% dispose d'un revenu agricole tandis que pour le reste, le revenu est généré par d'autres activités (commerce, etc.). Seuls 5% des interrogés ne tirent aucun revenus de l'étoffe *Ouabri*. Celle-ci est destinée à l'usage propre de la famille.

Tableau 1. Prix de la sous-traitance pour la confection de l'étoffe *Ouabri*

Opérations	Nettoyage	Peignage	Cardage	Filage	Chaîne	Tissage
Rémunération (euros)	20 à 40/kg de matière finie	20 / opération	20 à 40/ kg de matière	20 à 40/ kg/matière	20 à 40/ opération	4 / 15 cm de tissu/jour ou 110/tissu finis

Source : Enquêtes auprès des femmes artisanes septembre 2015.

3. Evolution des ventes de l'étoffe *Ouabri Aiguiga*

Les circuits de commercialisation révèlent une demande potentielle de l'étoffe *Ouabri* à l'échelle nationale et internationale. Cependant, le fait que ces flux commerciaux soient informels, constitue une contrainte majeure vis-à-vis d'une reconnaissance d'authenticité. Selon Benmebarek *et al.* (2013), ce produit national qui dispose d'un marché à l'étranger (Maghreb, Europe et Moyen orient), n'est ni visible ni reconnu. L'absence d'appellation reconnues ou labellisation permet à certains acteurs de la filière de profiter de cette situation pour réaliser des profits via des exportations informelles non authentiques et l'importation de matières premières, non conformes (Kanoun-Meguelli *et al.*, 2018). En plus, les résultats ont mis en évidence l'introduction de plus en plus fréquente d'une étoffe fabriquée en Chine sur le marché de Djelfa (Tableau 2). Ce nouveau produit constitue une menace sérieuse pour les produits locaux notamment l'étoffe de type *Aiguiga*². D'autant plus que la demande tend à se développer pour ce produit au niveau de la région en raison de son prix très attractif (<20 euros). Cette ouverture économique volontaire a induit une ambiguïté qui a donné des points d'appui à de nouveaux pouvoirs locaux et à de nouvelles formes économiques inadaptés au mode traditionnel et au

développement des produits de terroirs (Senil *et al.*, 2014). Les résultats consignés dans le tableau 3 confirment cette tendance des ventes des étoffes au niveau de la région de Djelfa. Les étoffes de Chine et de Moyen Orient représentent 50 % des ventes totales. La vente des étoffes *Aiguiga* est plus faible. Cela, s'explique par la faible production de ce type d'étoffes à cause de la rareté du poil *Aiguiga* sur le marché des matières premières. Selon Meguellati-Kanoun et al (2018), cette situation est due essentiellement à la régression des élevages de dromadaires dans les territoires steppiques.

Tableau 2. Les pôles de production des étoffes *Ouabri* à poils de dromadaire

Pôles de production	Types d'étoffes					Rang
	Aiguiga	Adi	Importé <i>moyen d'orient</i>	Importé de Chine	Total	
Messaâd	5	5	4	0	14	1
Zaccar	2	3	2	0	7	3
Chef lieu de Djelfa	3	4	4	0	11	2
Dar-Chioukh	1	1	2	0	4	6
Idrissia	2	2	3	0	7	4
El-Guedid	1	1	2	0	4	7
Chine	0	0	0	5	5	5

Source: Entretiens de groupes avec les artisanes (Messaâd et Djelfa), juin et octobre 2015

Légende: Echelle de 0 à 5: 5 correspond à une valeur élevée.

Aiguiga (poils de dromadaires issus de la première tonte *Adi* (poils issus de la deuxième et troisième tente, *Moyen Orient* (poils de dromadaires importés du moyen orient), *Chine* (étoffe fabriquée en chine dont la matière reste inconnue pour les usagers), *Makhlata* (mélange de poils de dromadaires issus de plusieurs tentes).

Tableau 3. Place de l'étoffe *Aiguiga* dans les ventes des produits liés au Tissage *Ouabri*

Types d'étoffes	Aiguiga	Adi	(Moyen Orient)	Chine	Makhlata
Prix moyen (euros)	700	200	160	20	130
Pourcentage des ventes	10	20	40	10	20

Source : Enquêtes commerçants octobre 2015

Légende: *Aiguiga* (poils de dromadaires issus de la première tente), *Adi* (poils issus de la deuxième et troisième tente, *Moyen Orient* (poils de dromadaires importés du moyen orient), *Chine* (étoffe fabriquée en chine dont la matière reste inconnue pour les usagers), *Makhlata* (mélange de poils de dromadaires issus de plusieurs tentes).

4. Pratiques commerciales: des inégalités de revenus

L'analyse des enquêtes marchés laissent apparaître que les processus commerciaux sont dominés par de nombreux acteurs et intermédiaires. La grande majorité de ces acteurs est masculin et constituent le pivot du système. Les femmes sont dans une position très défavorable en termes de rapport de force vu qu'elles sont pratiquement absentes sinon isolés des espaces réservés à la transaction de ces produits. Les règles sociales ne permettent pas à toutes les femmes³ de participer aux activités commerciales en dehors de leur domicile. En

effet, la société traditionnelle reste marquée par son aspect patriarcal⁴ et c'est à l'homme qu'incombe la commercialisation des étoffes. L'analyse des résultats montre que les coûts de production des sous-traitantes et l'achat de la matière première sont élevés respectivement de 53% et 42% (Tableau 4). Ainsi, le gain net de l'artisan ne représente que 26%. Par rapport à celui perçue par le commerçant évalué à 23%, il est clair que les artisanes soient démotivées vis-à-vis de l'inégalité des revenus et de la répartition de la valeur ajoutée. Visiblement, ce décalage est souvent source de frustration, de découragement, voire d'échec de certaines initiatives des femmes (Vy LE, 2014). Les pratiques commerciales ont donc un impact sur la sécurité alimentaire et aussi sur la durabilité des systèmes traditionnels. Les politiques qui cherchent à renforcer la sécurité alimentaire doivent centrer les stratégies de développement sur la problématique de commercialisation des étoffes. Car, il semble important de se diriger vers la création de modèles commerciaux adaptés et le développement de ces chaînes de valorisation en vue de permettre aux artisanes de capter une plus grande part de la valeur ajoutée.

Tableau 4. Coût de production d'une étoffe Ouabri Aiguiga (en Euros)

N° d'opération	Acteurs	Prix éleveur/kg	Coût de production pour une étoffe	% / coût	Gains nets	%/Acteur
1	Eleveur (producteur de poils)	65			130	15
2	Commerçant du poil	93	187	42	57	7
3	Commerçant des accessoires		13	3	13	2
4	Artisane				223	26
5	sous-traitante (Nettoyage)		30		30	3
6	sous-traitante (Peignage : Macht)		20		20	2
7	Sous-traitante (Kardiche)		27	53	27	3
8	Sous-traitante (Filage : El-Ghzil)		27		27	3
9	Sous-traitante (Chaîne; Sédoua)		27		27	3
10	Sous-traitante (Tissage)		107		11	12
11	Dellal (Intermédiaire)		7	2	7	1
12	Commerçant de détail				200	23
	Total		433	Prix de l'étoffe	866	100

Source : Enquêtes marché + nos calculs; Octobre 2015

Légende : Prix de vente de l'étoffe par l'artisan : 100.000,00 dinars et revendue à 130.000,00 dinars

1 euro : 150 dinars (officiel) ; 1 euro : 210 dinars (marché parallèle)

*Il faut 2 Kilogrammes de matière brute pour avoir la quantité (1.2 Kilogrammes de matière finie) nécessaire pour confectionner une étoffe.

IV - Conclusions

Cette étude de la filière du tissage *Ouabri* a permis de mettre en exergue les contraintes majeures qui pèsent sur le développement de cette filière. Il serait souhaitable de remédier à l'absence d'une organisation collective des acteurs et à la non reconnaissance du produit local comme (labellisation). Ces carences ont pour conséquences de dévaloriser cette activité de tissage et démotivent les artisanes. La vulnérabilité de cette filière s'avère liée au vieillissement des artisanes et l'inégalité des revenus qui risquent d'entraîner la disparition progressive de transmission de ce patrimoine culturel et social. Tous ces facteurs risquent d'aggraver l'état de cette activité de tissage, au point de se priver d'un moyen de revenu qui arrive à répondre à des

besoins d'existence dans un milieu où les opportunités d'emplois sont extrêmement faibles. Cette recherche a toutefois permis de mettre en évidence que les produits confectionnés à partir des savoir-faire locaux des femmes des régions de la Wilaya de Djelfa (notamment dans les agglomérations de Messaâd et Djelfa ville) constituent un créneau d'investissement socialement acceptable et économiquement rentable; c'est-à-dire, un atout essentiel pour la sécurité alimentaire. Cependant, la pérennité de cette source de revenus reste subordonnée à la réussite de la mise en place:

- de groupements d'intérêts communs pour améliorer les potentialités de la filière Tissage *Ouabri Aiguiga* et préserver ainsi ce savoir-faire traditionnel;
- des modèles commerciaux adaptés au contexte et coutumes locales,
- d'un système de reconnaissance et de certification des signes distinctifs d'origine et de qualité des produits liés à la **Filière Tissage Ouabri**.

En parallèle, la filière doit être confortée par des travaux de recherche dans différents domaines car sa notoriété s'est étendue ces dernières années.

Notes

- ¹ Habil traditionnel, utilisé par la population durant les périodes froides. Ouabri est un terme local désignant poil de dromadaire.
- ² Aiguiga signifie poil du jeune dromadaire. Il s'agit de la première toison.
- ³ Certaines femmes d'une certaine catégorie social, veuves et ou divorcées de plus de 60 ans sont autorisées à y participer.
- ⁴ L'homme qu'il soit père, époux, ou frère se situe toujours au sommet de la hiérarchie familiale.

Références

- Benidir M., 2015.** Evaluation multi-critères de la durabilité des systèmes d'élevage ovin en zone steppique : Cas de la région de Djelfa. Thèse ENSA, El-Harach-Alger.
- Benmebarek A., Cherfaoui M.-L., Ouzane H., Abdelali-Martini M., Meguellati-Kanoun A., Kanoun M., Fodil S., 2013.** Gender and marketing of *qashabiya* in Djelfa (Algérie). In: Abdelali-Martini M. and Aw-Hassan A. (eds.). *Gender research in natural resource management. Building capacities in the Middle East and North Africa*. CRDI/ICARDA, pp. 56-73.
- Chevalier J.-M., Daniel J., Buckles J., 2008.** SAS². *Guide sur la recherche collaboratrice et l'engagement social*. Ottawa: CRDI.
- CSA, 2013.** *L'approche filière : conceptions, avantages et risques pour l'agriculture familiale*. Rapport de séminaire.
- DPAT, 2016.** *Monographie de la wilaya de Djelfa*. Direction de Planification et de l'Aménagement du Territoire de la wilaya de Djelfa.
- Kanoun M., 2016.** *Adaptation des éleveurs ovins face aux incertitudes générées par de multiples changements d'ordre environnementaux et socioéconomiques dans les territoires steppiques. Cas des agropasteurs de la région d'El-Guedid Djelfa*. Thèse ENSA. El-Harrach, Algérie.
- Kanoun M., Kanoun-Meguellati A., Abdelali-Martini M., Cherfaoui M.-L., Ouzane A., Benmebarek A., Fodil S., Huguenin J., 2012.** *Marginalisation de savoir-faire des femmes en milieu éleveurs liée aux changements des sociétés pastorales et à l'altération des ressources naturelles*. 6ème journée des sciences sociales, Toulouse, 13-14 décembre 2002.
- Le T.L.V., 2014.** *Production, transformation artisanale et commercialisation locale des produits alimentaires traditionnels au Vietnam: le cas du vermicelle de tolomane à Hung Yen*. Thèse. Université de Liège.
- Meguellati-Kanoun A., Saadaoui M., Kalli S., Kanoun M., Huguenin J., Benidir M., Benmebarek A., 2018.** Localisation et distribution spatiotemporelle des effectifs de dromadaires en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 30(3). <http://www.lrrd.org/lrrd30/3/skso30041.html>
- Senil N., Michon G., Aderghal M., Berriane M., Boujrout S., Furt J.-M., Moizo B., Romagny B., Sorba J.-M., Tafani C., 2014.** Le patrimoine au secours des agricultures familiales ? Éclairages méditerranéens. *Revue Tiers Monde*, 220(4): 137-158.

Study of the efficiency of a hybrid pumping system (photovoltaic/ electric) for better rural setting management

Naima Mebrek^{1,2,3*}, Mohamed Toufik Bouziane², Fatma Demnati^{1,3},
Abd Elhak Nemdil¹

¹ Department of Agronomic Sciences, University Mohamed Khider Biskra (Algeria)

² Laboratory of hydraulic facilities and environment "LAHE" University Mohamed Khider Biskra (Algeria)

³ Laboratory of Ecosystems Diversity and Agricultural Production Systems Dynamics in Arid Zones
(DEDSPAZA) University Mohamed Khider Biskra (Algeria)

*e-mail: mebrekn@yahoo.fr

Abstract. The Maghreb countries, particularly Algeria have a high solar potential. The German Space Agency (DLR), showed exceptional sunshine levels, of 1200 kWh/ m²/ year in Northern Great Sahara. According to satellite evaluation, the German Space Agency (ASA) concluded that Algeria represents the most important solar potential of Mediterranean basin, i.e.: 169.000 TWh/year for thermal solar, 13.9 TWh/year for solar photovoltaic. Currently, this renewable energy represents a response to the environmental problems and also a sustainable solution to the current energy crisis. In Algeria, electricity consumption in agricultural sector represents a significant part of national consumption. Farms in the Saharan regions use the diesel group to satisfy the electrical energy needs in case of electricity lack (due to failures or farms isolation). In this context, a study was carried out at the laboratory of renewable energy of the University of Biskra, in which the main aim is to determine the hybrid pumping system efficiency, a system powered with the electrical energy and another with photovoltaic energy. The data obtained showed that the two systems have similar efficiency. This confirms that photovoltaic resource use for irrigation is the best economic compromise for sustainable agricultural development in isolated arid regions.

Keywords. Rural environment - Efficiency - Pumping - Hybrid system – Photovoltaic systems.

Etude de l'efficacité d'un système de pompage hybride (photovoltaïque / électrique) pour une meilleur gestion du milieu rurale

Résumé. Les pays du Maghreb et en particulier l'Algérie ont un potentiel solaire élevé. L'Agence Spatiale Allemande (DLR), a enregistré des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de 1200 kWh/m²/an dans le Nord du Grand Sahara. Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit :169.000 TWh/an pour le solaire thermique,13,9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque. Cette dernière présente à l'heure actuelle une réponse aux problèmes environnementaux et une solution durable à la crise actuelle de l'énergie. En Algérie, la consommation de l'énergie électrique dans le secteur agricole représente une part non négligeable par rapport à la consommation nationale. Les fermes agricoles dans les régions sahariennes utilisent le groupe diesel pour satisfaire les besoins en énergie électrique en cas d'absence de réseau (dû à des pannes ou à l'isolement). Dans ce contexte, une étude a été réalisée au niveau du laboratoire d'énergie renouvelable de l'université de Biskra dont le but est de déterminer l'efficacité d'un système de pompage hybride, il s'agit d'un système sous-alimentation électrique et d'un autre sous-alimentation photovoltaïque. Les résultats obtenus ont montré que l'efficacité des deux systèmes est similaire. Cela prouve que l'utilisation d'une source photovoltaïque pour l'irrigation est le meilleur compromis économique pour un développement agricole durable dans les régions arides isolées.

Mots-clés. Milieu rurale - Efficacité - Pompage - Système hybride - Système photovoltaïque.

I - Introduction

Faced with fossil resources dwindling, climate change, greenhouse gas emissions and sustainable development principles, all countries whether developed or developing, are seeking

of alternatives to these malfunctions (Joubert-Garnaud, 2010). Total area of Algeria is 2,381,740 km², with significant natural potential (fertile land, water richness, and non-renewable fossil groundwater) weakly exploited; it constitutes one of the highest solar deposits in the world (Djafouret and Aida, 2009; Maafi, 2000). The insolation duration on almost the entire national territory exceeds 2000 hours annually and can reach 3900 hours (High Plateaus and Sahara). The energy received daily on a horizontal surface of 1m² is 5 KWh over most of the national territory, i.e. nearly 1700KWh/ m²/ year in the North and 2263 kWh / m² / year in the South of Algeria (Bouzidi, 2010).

The significant solar energy availability (Himri, 2009) and the geographical location of Algeria may make water pumping application through photovoltaic solar pumps as a solution for agricultural surfaces irrigation and water drinking supply in isolated sites (Bouzidi, 1999).

The role of a hybrid system is to generate uninterrupted power in isolated regions; it is not only to bring energy power, but also a social and economic development tool of rural areas (Kebour *et al.*, 2017). The kilowatt-hours number produced may seem insignificant compared to the national energy production capacity, but these few tens or hundreds of kWh can revive a village or a community hopes (Saheb-Koussa and Belhamel, 2007).

Solar energies are promising for water pumping and crops irrigation in the agricultural regions of southern Algeria, such as OuedSouf, Biskra, Adrar municipalities where agriculture is experiencing renewed interest. In these environments where a lack of electric power is pointed (Bouzidi, 1999), a lot of water drilling is required, and significant sunshine and winds are available all year round (Kendouci *et al.*, 2013, Bentouba and Bourouis, 2016). Indeed, Biskra municipality has all these criteria to launch a of renewable energy programs.

The purpose of this study is to determine the efficiency of a hybrid pumping system, a system under electric power and another under photovoltaic power. The study was carried out at the Laboratory of Renewable Energy, Department of Electronics- University of Biskra located in the south-east of Algeria (34 ° 50'46.27"N-5 ° 44'49.69"E).

II - Materials and methods

The equipment employed for tests is the HM 310 test bench (Figure 1), it was used to study the pumping system behavior. Several measurement tests can be performed such as: Flow Measurements, Pressure Measurements, Temperature Measurements, Rotation Speed Measurements, Yield Calculations (Camara, 2011).



Figure 1. Test bench HM 310
(Mebrek, 2016)

1. Photovoltaic module

The module nominal voltage is usually adapted to 22-volt load and the modules will therefore generally have 36 cells. The modules can be connected in series (Figure 2a) and in parallel

(Figure 2b) to increase the voltage and intensity of use. However, take certain precautions are important due to the existence of less efficient cells or to some cells occlusion (due to dust) can permanently damage the cells (Madani, 2006). PV modules used in this study are illustrated in Table1.



a. in series



b. in parallel

Figure 2. Schema of four modules (Mebrek, 2016).

Table 1. Characteristics of the PV module

I_{max}	5.07 A
V_{max}	17.52 V
V_{oc}	22.2 V
I_{cc}	5.61 A
E	1000 W/m ²
T	25°C

2. DC-AC converter

The design of whole photovoltaic system is done in order to extract maximum power from photovoltaic generator, whatever the illumination and temperature disturbance, supplying the devices with AC voltage from solar panels requires an inverter use providing DC / AC conversion.

In the photovoltaic pumping system, the connection between the photovoltaic generator and the pump driven by an AC motor is made by an inverter (Figure 3). This inverter makes possible to achieve an optimal transfer of power between the generator and the motor-pump unit under the variable conditions of the power produced and the power demand. This transfer is controlled by the frequency variation.

3. Methods

This test is based on two main axes; the first is the supply of the pumping system (HM310 test bench) via the electrical network (A) and the second is power supply by a photovoltaic generator (B) (Figure 3).

III - Results and discussion

The performance tests on the centrifugal pump and on testing loop of HM310 bench allowed producing the characteristic curves [(H - Q), (P_{ab} - Q), (η - Q)].

1. Study of characteristics (Current-Voltage and Power-Voltage)

The combination of several photovoltaic cells in series and in parallel series lead to photovoltaic generator, of which the system operating point corresponds to the curve point with a value of $I_m = 26$, where the produced power is maximum (Figure 4). While the maximum power which obtained by the following formula: $(dp) / (dv) = 0$, the results revealed a value of 4500W (Figure 5).

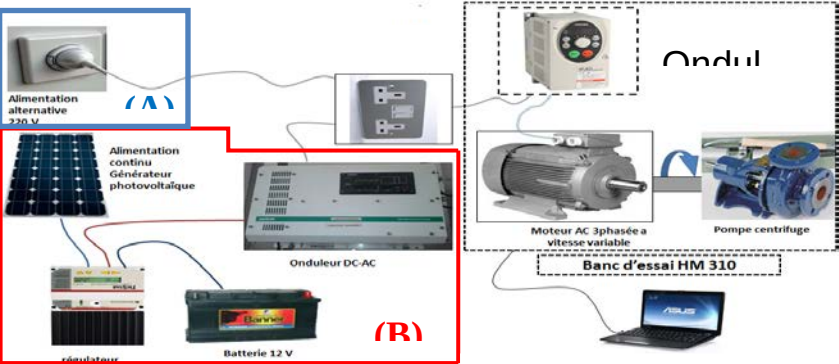


Figure 3. A pumping system for the two cases of power supply.

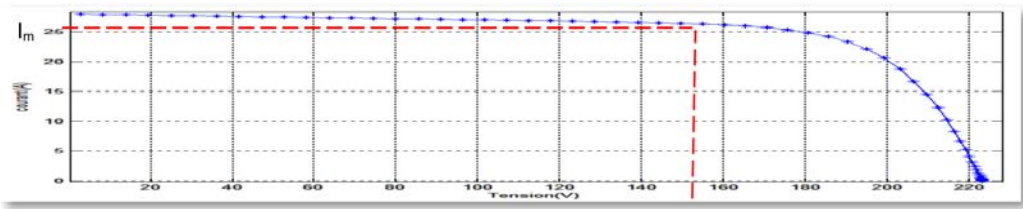


Figure 4. Relationship between current and voltage of a photovoltaic module.

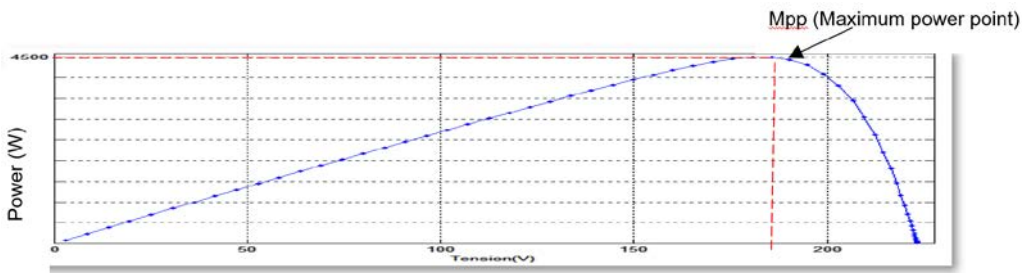


Figure 5. Relationship between power and voltage of a photovoltaic module.

2. Influence of illumination

When a constant temperature was maintained at different illuminations (Figure 6), it has been noticed that the increase of the short-circuit current is much greater than the open circuit voltage, which explains why the illumination is proportional with the power.

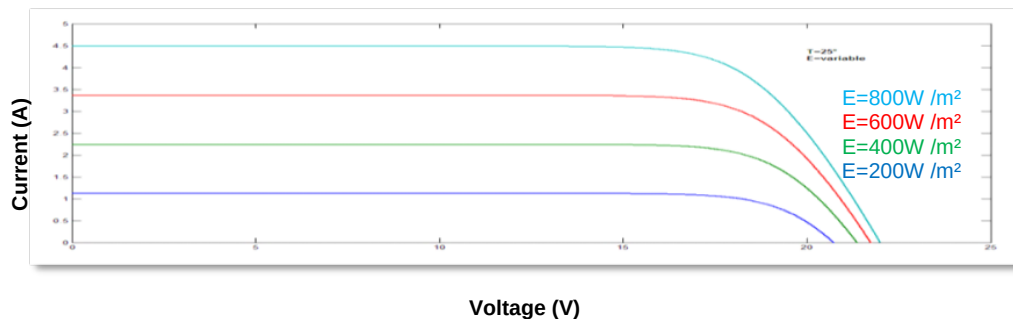


Figure 6. Influence of different illuminations on the voltage.

3. Influence of temperature

We performed a simulation in which constant illumination was maintained for different temperatures (Figure 7). It has been noticed that the characteristic curves present different shapes according to the different temperatures. The no-load voltage decreased with temperature, in contrast to the short-circuit current. The change in no-load voltage is substantially compensated by the short-circuit current variation, and the nominal power supplied by a module varies very slightly with the junction temperature.

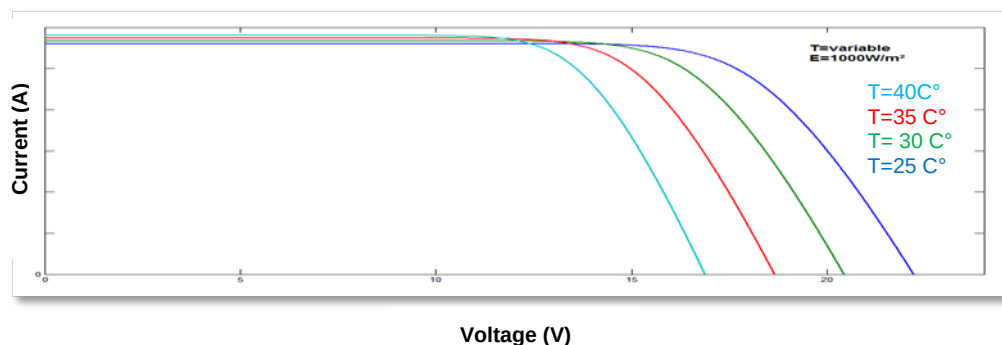


Figure 7. Simultaneous influence of the different temperatures on the current.

Concerning to results obtained for the temperatures influence on power, it was observed that the temperature has a negligible influence on the short-circuit current value; however, the open-circuit voltage drops sharply when the temperature increases, as a consequence the extractable power decreases (Figure 8).

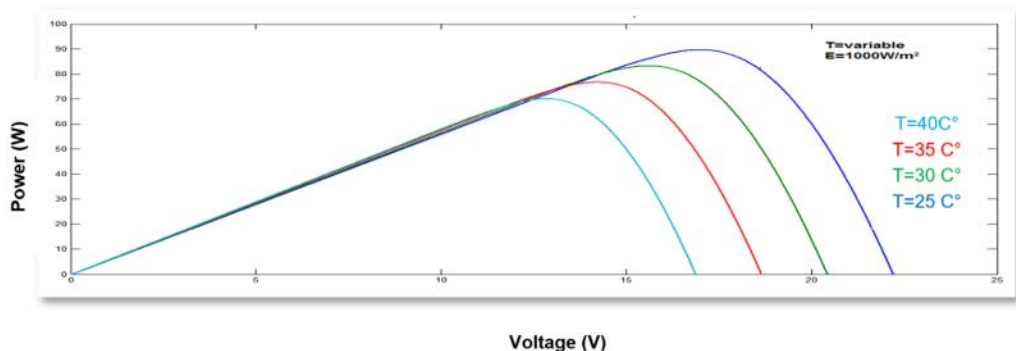


Figure 8. Simultaneous Influence of Different Temperatures on Power.

The irradiation standard internationally accepted for measuring the response of photovoltaic panels is a radiant intensity of 1000 W/m^2 and a temperature of 25°C . Mohammadi (2014) has shown that the panel power decreases by about 0.5% per degree of cell temperature increase above 25°C . However Zeitouny *et al.* (2018) reported that photovoltaic cells performance is significantly affected by temperature. Usually, environmental parameters have a direct effect on energy conservation performance and efficiency (Necaibia *et al.*, 2018).

4. Comparison between the results obtained with grid power supply and those of photovoltaic PV

The curves of type (H-Q) (Figure 9 and 10) represent the evolution of total pressure height developed by the pump according to flow. It was observed that for zero flow (shut-off valve) the splash point was obtained, while increasing the flow the head decreases to a value $H_{\min}$ for $Q_{\max}$ (valve fully open) for different speed values. The two power type supplies have given almost the same results.

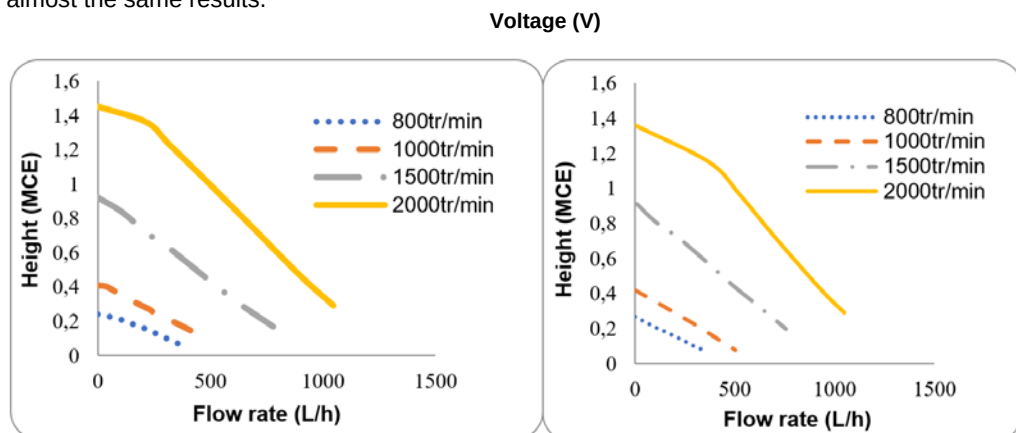


Figure 9. Height-flow characteristic of a bench powered by Power grid.

Figure 10. Height-flow characteristic of a bench powered by PV.

In addition, the type curves (η -Q) (Figure 11 and 12) represent the pump's performance evolution according to flow, have shown that for zero flow the output is zero, on the other hand, when the flow increases until $Q_{\max} = 1000 \text{ L/h}$, this corresponds to a yield value of 30%.

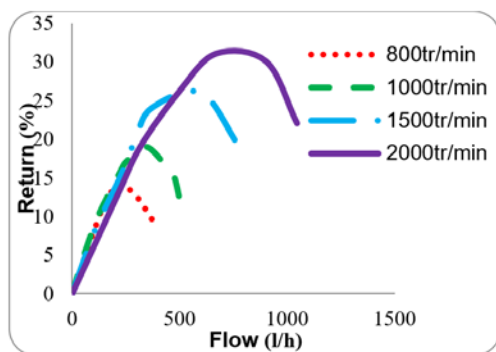


Figure 11. Performance-flow characteristic of a test bench powered by Power grid.

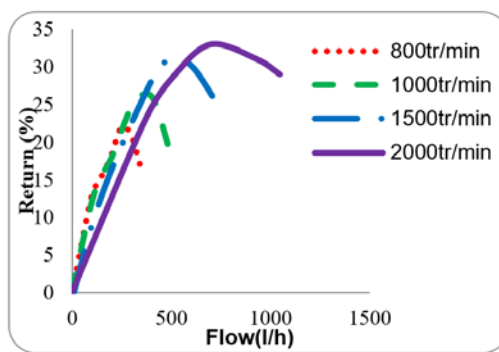


Figure12. Performance-flow characteristic of a test bench powered by PV.

The results obtained from the two methods showed that power supply by Power grid and by photovoltaic generator are almost similar; this highlights the power supply efficiency by photovoltaic generator.

The recorded data by Abbes *et al.* (2012) showed that the hybrid photovoltaic-wind energy system with storage: sizing and life cycle analysis allowed to optimization of multi-source system sizing with batteries as well as the economic and environmental evaluation; such system was dedicated to 4-person residential habitat based in La Rochelle. Moreover, Boutelhig *et al.* (2017) indicated that water pumping by the photovoltaic system seems to be most adapted for domestic water providing in Algeria desert regions. Indeed, the use of photovoltaic pumping system for palm grove irrigation in Ouargla showed great efficiency (Djafour and Aida, 2009).

IV - Conclusions

The results obtained from the two pumping methods comparison (the first pumping system HM 310 test bench powered by an electrical network, and the second powered by a photovoltaic generator) showed that the effectiveness of both systems is similar. This demonstrates that photovoltaic source use for irrigation is the best economic compromise for sustainable agricultural development in isolated arid regions.

The system with power grid requires relatively low investment cost, but relatively high operating cost, care and maintenance. However, for photovoltaic system the investment cost is important, but very low maintenance and operating costs. As a result, photovoltaic solar energy can be a sustainable solution for desert regions.

Acknowledgments

The authors thank the Laboratory of Renewable Energy, Department of Electronics- University Mohamed Khider Biskra, Algeria for their participation of this study. The study was supported by the Algerian Ministry of Higher Education and scientific research (M.E.S.R.S.).

References

- Abbes D., Martinez A., Champenois G. et al., 2012. Etude d'un système hybride éolien photovoltaïque avec stockage: dimensionnement et analyse du cycle de vie. *European Journal of Electrical Engineering*, 1-7.
- Bentouba S., Bourouis M., 2016. Feasibility study of a wind-photovoltaic hybrid power generation system for a remote area in the extreme south of Algeria. *Applied Thermal Engineering*, 99: 713-719. doi: [10.1016/j.applthermaleng.2015.12.014](https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.12.014)

- Boutelhig A., Melit A., Hanini S., 2017.** Groundwater sources assessment for sustainable supply through photovoltaic water puming system, in M'zab valley, Ghardaia. *Energy Procedia*, 141: 76-80. [doi: 10.1016/j.egypro.2017.11.015](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.015)
- Bouziidi B., 1999.** L'Energie solaire et les Régions Sahariennes. Exemple de la Région d'Adrar. *Rev. Energ. Ren. : Valorisation*: 101-104.
- Bouziidi A., 2010.** *Simulation des systèmes de pompage photovoltaïque destinés pour l'alimentation en eau potable et pour la petite irrigation*. Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen (Algérie).
- Camara M.A., 2011.** *Modélisation du stockage de l'énergie photovoltaïque par supercondensateurs*. Thèse de Doctorat, université de Paris (France).
- Djafour A., Aida M.S., 2009.** Etude d'un système de pompage photovoltaïque pour l'irrigation d'une palmeraie a Ouargla. *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur*, 1(3): 17-23.
- Himri Y., Arif S. M., Boudghene Stambouli A., Himri S., Draoui B., 2009.** Review and use of the Algerian renewable energy for sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7): 1584-1591. [doi: 10.1016/j.rser.2008.09.007](https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.007)
- Joubert-Garnaud C., 2010.** *Les énergies renouvelables dans l'agriculture de la Charente-Maritime : l'émergence en milieu rural d'un moteur de développement économique et social non dépourvu d'incidences sur l'environnement local*. Thèse de Doctorat, Université de La Rochelle (France).
- Kebour O., Hadj Arab A., Hamid A., Abdeladim K., 2017.** Contribution to the analysis of a stand-alone photovoltaic system in a desert environment. *SolarEnergy*, 151: 68–81. [doi: 10.1016/j.solener.2017.05.009](https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.05.009)
- Kendouci M. A., Bendida A., Khelfaouib R. et al., 2013.** The impact of traditional irrigation (Foggara) and modern (drip, pivot) on the resource non-renewable groundwater in the Algerian Sahara. *Energy Procedia*, 36: 154-162. [doi: 10.1016/j.egypro.2013.07.018](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.07.018)
- Maafi A., 2000.** A survey on photovoltaicactivities in Algeria. *Renewable Energy*, 20(1): 9-17. [doi: 10.1016/S0960-1481\(99\)00096-8](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(99)00096-8)
- Madani M., 2006.** *Réalisation des couches antireflets dans les cellules solaire a couches minces*. Thèse de Magister, université de Tlemcen (Algérie).
- Necaibia A., Bouraiou A., Ziane A., Sahouane N., Hassani S., Mostefaoui M., Dabou R., Mouhadjer S., 2018.** Analytical assessment of the outdoor performance and efficiency of grid-tied photovoltaic system under hot dry climate in the south of Algeria. *Energy Conversion and Management*, 171: 778–786. [doi: 10.1016/j.enconman.2018.06.020](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.06.020)
- Saheb-Koussa D., Belhamel M., 2007.** Production d'électricité sans interruption moyennant un système hybride (éolien – photovoltaïque – diesel). *Revue des Energies Renouvelables*, 7: 121-128.
- Zeitouny J., Lalau N., Gordon J.M., Katz E.A., Flamant G., Dollet A., Vossier A., 2018.** Assessing high-temperature photovoltaic performance for solar hybrid power plants. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 182: 61–67. [doi: 10.1016/j.solmat.2018.03.004](https://doi.org/10.1016/j.solmat.2018.03.004)

Allelopathic potential of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. on the germination and growth of durum wheat (*Triticum durum* Desf.)

Zohra Melakhessou¹, Fatma Demnati², Mohamed Ridha Demes³

¹ Institut des Sciences Vétérinaires et des Sciences Agronomiques, Université Batna 1 (Algérie)
^{2,3} Département Sciences Agronomiques, Université Mohamed Kheider, Biskra (Algérie)

Abstract. In this work, we investigated laboratory tests for the evaluation of the allelopathic effect of aqueous extracts of *Cynodon dactylon* L. on the germination and growth of three variety (variety MBB, GTA DUR and VITRON). In general, an inhibitory effect is observed on all studied parameters namely germination, radicle length, coleoptiles length as well as the production of dry matter. This effect occurs at the lowest concentration (10 g/l) and the reduction rate increases with the increase of the concentration of the extracts (20 g/l, 30 g / l and 40 g/l).

Keywords. Allelopathy - Aqueous extract - *Cynodon dactylon* – Inhibition - Durum wheat.

Potentiel allélopathique du *Cynodon dactylon* Pers., sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Résumé. Dans ce travail, des essais au laboratoire pour l'évaluation de l'effet allélopathique des extraits aqueux de *Cynodon dactylon* L., sur la germination et la croissance de trois variétés de blé dur (variété MBB, GTA DUR et VITRON). En général, un effet inhibiteur est observé, sur tous les paramètres étudiés à savoir la germination, les longueurs moyennes, de la radicule, et de la coléoptile ainsi que la production de matière sèche. Cet effet est apparu dès la concentration la plus faible (10g/l) et le taux de réduction augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits (20g/l, 30g/l et 40 g/l).

Mots clés. Allélopathie - Extrait aqueux - *Cynodon dactylon* - Inhibition - Blé dur.

I - Introduction

In Algeria, cereal farming remains the pivot of agriculture; it is a strategic sector and represents a considerable weight in the agricultural economy. It is the basis of the country's food security. Durum wheat and bread wheat are the most widely grown cereals for human consumption (Fourar-Belaïfa, 2015).

Wheat occupies a very important place in the spatial structure of agricultural activity. It occupies about 50% of the cereal area sown, is more than 1.17 million hectares (MARDF, 2017).

In the Batna, the cereals occupy 130,524 ha of the total area of the farms, with a production of 291275 qx (ASD, 2018).

Cereal production in Algeria is still irregular and appears to be closely related to a number of factors, abiotic (irregular rainfall, agricultural techniques, etc.) and biotic (genetic potential, diseases, pests, and weeds) (Benabderrazik and Rastoin, 2014).

Among other things, cereals remain too sensitive to competition from weeds that can significantly affect yield and cause significant crop. Plants in a plot interfere with each other in different ways. In addition to the classic competition for water, nutrients, space and light, in recent years have shown an influence induced by chemical molecules, called allelopathy (Quartier and Hoffer, 2006). Allelopathy is an interesting phenomenon used as a promising technique for biological control. It is a set of direct or indirect biochemical interactions, positive or negative from one plant to another (RICE, 2012).

Weed control is a major concern for producers as it can greatly reduce yield and / or quality of the crop (Florent, 2006).

In this study, we studied the allelopathic effects of different concentrations of the aqueous extract of quack grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) on the germination and growth of three varieties of durum wheat: Mohamed Ben Bachir (MBB) VITRON and GTA DUR.

II - Materials and methods

To test the allelopathic effect of *C. dactylon*, the leaves were collected in the east, Batna (6° 10'26 " E, 35° 33'21"N).

The leaves were dried in the open air in the dark at room temperature for five weeks. After drying, the plant material is grinded with an electric grinder and sieved with 0.75mm sieve, for finally obtaining a fine powder.

For the extraction by maceration we opted for the protocol described by Rsaissi *et al.* (2013), consisting to take fifty grams of vegetable powder (quack grass) and put it in 500ml of distilled water at the room temperature for 24 hours. After filtration on filter paper, the filtrate is centrifuged and stored at 4 ° C until use.

1. Test

Four different doses of *C. dactylon* (10, 20, 30, 40g / L) were tested on three varieties of durum wheat grains with three repetitions. The seeds were disinfected for 5 minutes in bleach and then rinsed three times. with distilled water. 20 seeds of each variety are then transplanted into Petri dishes, containing filter paper impregnated with 5 ml of extract. The Petri dishes were incubated for 10 days at 22 ° C. During this time measurements have been made on the germination rate, the growth of the seedlings (average length of coleoptiles and radical as well as the production of the dry matter).

All results were subjected to analysis of variance (ANOVA) followed by comparison of the 5% threshold averages.

III - Results

The allelopathic effect of *C. dactylon* on the germination and growth of three durum wheat variety (Mohamed Ben Bachir, GTA DUR and VITRON) was certain. The importance of the phenomenon depended on the concentrations of the aqueous extract of quack grass whatever the variety, the different concentrations exerted effects on all the parameters measured , but the high doses of 30 and 40g/l extract had greater allelopathic effects (Table 1).

Table 1. Variance analysis of effect of variety and extract on germination rate (GR), radical length (RL); coleoptiles length (CL) and dry matter (DM).

	Value of F			
	TG (%)	MRL (Cm)	CML (Cm)	DM (mg)
Varieties (V)	10.569***	3.086	5.090*	44.982***
Concentration (C)	2.920*	23.705***	135.483***	33.049***
Interaction (V * C)	0.064	0.206	1.911	2.690*

* Significant effect (Threshold of significance 5%), *** very highly significant effect.

1. Effect of aqueous extracts of *C.dactylon* on the germination rate of the three varieties of durum wheat

All aqueous extracts of the dried leaves revealed allelopathic effects on germination of durum wheat even at the lowest concentration (10 g / l). The seed germination rate after 10 days was respectively for MBB and GTA DUR varieties 96.66%, 95% varieties, while VITRON variety the germination rate was 80%.

Statistical analysis showed a very highly significant effect at the 5% threshold for the variety factor ($P = 0.000$), significant for the concentration factor ($P = 0.038$). The GTA DUR and MBB varieties have a higher germination rate than the VITRON variety (Table 1).

We have noticed that the germination rate of wheat grains is a function of the concentration of the aqueous extract of the weed plant (Figure 1).

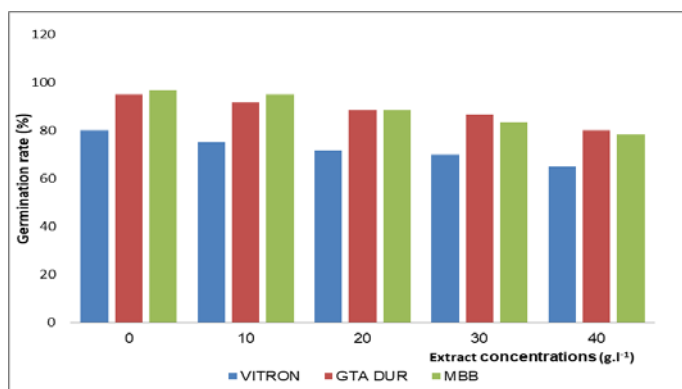


Figure 1. Effect of aqueous extract of *C. dactylon* on the germination rate of three varieties of durum wheat MBB, GTA DUR and VITRON.

2. Effect of *C.dactylon* extracts on the growth of durum wheat coleoptiles

The average length of the wheat coleoptiles was affected by the aqueous leaf extracts at the lowest concentration (10 g / l). However, the rate of reduction of this length varied according to the variety and concentration used. In the MBB variety, this rate varies between 25.79% and 68.07% with the concentrations 10 and 40g / l respectively followed by the GTADUR where this rate ranged between 10.75% and 66.71%. The VITRON variety records the most low percentage reduction (63.78%) at 40g / l concentration (Table 2).

The statistical analysis indicates that the different concentrations have a very highly significant difference ($P = 0.0001$), the variety factor is significant ($P = 0.012$) (Table 1).

3. Effect of aqueous extracts of *C. dactylon* on the growth of durum wheat radicle

The various dried plant extracts of *C. dactylon* showed an effect inducing a significant reduction of the concentration 10 g / l. This reduction rate ranged from 25.03% (10g / l) to 85.55% (40g / l) in the MBB variety, followed by the GTA DUR with respective rates of 32.03% and 85.40%. At the high concentration (Table 3).

Table 2. Effect of the aqueous extract of *C. dactylon* at different concentrations on the mean length of the coleoptiles of three varieties of durum wheat.

Varieties	Concentrations	CML (Cm)	PR(%)
MBB 8,32 a	40	4.32 ^A	68,07
	30	6.67 ^{AB}	50,70
	20	7.06 ^{ABC}	47,75
	10	10.04 ^{ABCDE}	25,79
	0 ***	13.53 ^{DE}	00
GTA DUR 9,93a	40	4.80 ^A	66,71
	30	8.60 ^{ABCD}	40,36
	20	8.99 ^{ABCD}	37,65
	10	12.87 ^{CDE}	10,75
	0 ***	14.42 ^{DE}	00
VITRON 10,19a	40	5.52 ^A	63,78
	30	8.56 ^{ABCD}	43,83
	20	9.96 ^{ABCDE}	34,65
	10	11.70 ^{BCDE}	23,22
	0 ***	15.24 ^E	00

CML: average length of the coleoptiles, PR: percentage of reduction, *** very highly significant. A, B, C, D, E: statistical groups

The variety VITRON has an average length of the major radicle of 10,10 cm followed by the MBB 9, 33cm all concentrations combined.

Variance analysis shows that the concentration factor at a very highly significant difference ($P \leq 0.0001$).

Table 3. Effect of the aqueous extract of *C. dactylon* at different concentrations on the radical length of three varieties of durum wheat.

Varieties	Concentrations	MRL(cm)	PR
GTA DUR 8.52 ^A	40	2.25 ^A	85,40
	30	5.58 ^B	63,81
	20	8.88 ^{CDE}	42,41
	10	10.48 ^{EF}	32,03
	0 ***	15.42 ^G	00
MBB 9,33 ^{AB}	40	2.17 ^A	85,55
	30	7.19 ^{BCD}	52,13
	20	11 ^{EF}	26,76
	10	11.26 ^{EF}	25,03
	0 ***	15.02 ^G	00
VITRON 10,10 ^B	40	3.09 ^A	83,27
	30	6.16 ^{BC}	66,66
	20	9.46 ^{DE}	48,80
	10	13.26 ^{FG}	28,24
	0 ***	18.48 ^H	00

MRL: average radical length, PR: percentage reduction, *** highly significant. A, B, C, D, E, F, G, H: statistical groups.

4. Effect of aqueous extracts of *C. dactylon* on the dry matter

The results obtained on the allelopathic effect of the aqueous extract of quack grass on the production of dry matter (figure 2), revealed that the decrease of the dry matter durum wheat a function of the concentrations of the extract. In fact we noticed, that, the variety VITRON showed an increased effect compared to the varieties MBB and GTA DUR where 0.63 mg was recorded at the high concentration (40g / l) and a loss rate of the order of 91.90%.

The results of the variance analysis reveal that the concentrations and varieties have a very highly significant difference ($P = 0.0001$), and the interaction between the two factors significant ($P 0.023$) (table 1).

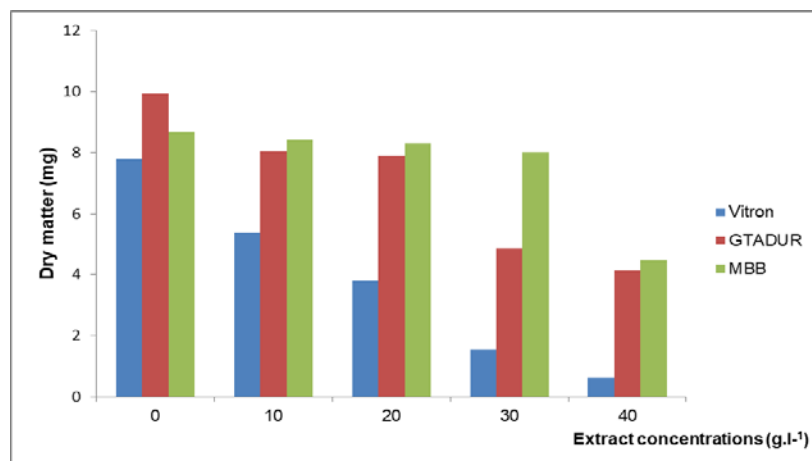


Figure 2. Effect of the aqueous extract of *C.dactylon* on the production of durum wheat dry matter.

IV - Discussion

This work determines the existence of an allelopathic phenomenon under experimental conditions, it provides proof that the quack grass contains allelochemical compounds whose action can potentially be carried out under natural conditions.

From a physiological point of view, germination begins with the beginning of seed imbibition and ends with the onset of growth marked by the lengthening of the radicle (Come, 1970).

The results revealed that germination, seedling growth and dry matter production were significantly inhibited by most aqueous extracts of *C. dactylon*. Indeed, these extracts are probably rich in allelochemicals. This inhibition varies according to the concentration used and the variety tested.

A delay or a stop in seed germination was observed with respect to the seeds of the controls. It is recognized that under natural conditions seed germination is a biochemical and physiological process where from the first contact of the seed with the exogenous stimulus (water), an amylase enzyme is synthesized and secreted in order to degrade starch (albumin) and provide the embryo with the energy necessary for germination (Regnault-Roger *et al.*, 2008).

Viles and Reese (1996) reported that aqueous extracts of *Echinacea angustifolia* have the potential to prevent seed germination and seedling growth of *Lactuca sativa*.

Kil and Lee (1987) found that aqueous extracts of *Chrysanthemum morifolium* L. prevent seed germination of several species under experimental conditions.

The ability to inhibit seed germination is a complex process; several hypotheses can be raised including the ability of certain molecules in the extracts to inhibit the action of the enzyme amylase or to occupy their membrane sites or the antagonistic action of these molecules against growth hormones or the inhibition of their tissue actions (Feeny, 1976 in Benmeddour, 2010).

According to Kruse *et al.* (2000), when susceptible seeds are exposed to allelopathic substances, germination stops in the swelling stage of the grains. For others, germination stops at the beginning of the appearance of the radicle.

Seed germination and target plant growth have been widely accepted as key parameters for assessing the allelopathic potency of plants (Anjum and Bajwa, 2005).

Zahad *et al.* (2010) noted that the essential oil of *Schinus molle* inhibited bread wheat germination (*Triticum aestivum*) and root elongation.

The phytotoxicity of leaves of *C. dactylon* was evaluated on durum wheat by testing their aqueous extracts which led to their defining a very interesting allelopathic potential confirming results of previous work (Macharia and Peffley, 1995, Lai *et al.*, 2012) on lettuce '*Allium roseum* var. *grandiflorum*'.

Germination is not the only stage of plant development that can be affected by allelopathic substances. The aqueous extracts of *C. dactylon* have a very pronounced negative impact on seedling growth (rootlet length, coleoptiles length and elaboration of dry matter).

The inhibitory effect observed with most aqueous extracts of *C. dactylon* was much more pronounced on the development of the aerial part (coleoptile) and the root than on germination. This is in agreement with the results of Hemada and El-Darier (2011), which confirm that germination is less sensitive than seedling growth (Sakka Rouis-Soussi *et al.*, 2017).

The length of the radicle wheat is more affected than that of the aerial part (coleoptiles) by the majority of the aqueous extracts of *C. dactylon*. This is confirmed by Kato-Noguchi *et al.* (1994) who indicated that root growth is a more sensitive indicator of phytotoxicity than that of hypocotyl in its study of the allelopathic effect of *Allium roseum* var. *grandiflorum* on growing lettuce. In addition, allelochemicals are very active in meristematic tissues involved in root growth (Atoum *et al.*, 2006). Such a result may be due to the fact that roots are the first to absorb allelochemicals from the environment (Ben Ghabrit *et al.*, 2017).

The results obtained in this study showed that seedling development was inhibited, whereas high concentrations did not significantly affect the germination of durum wheat seeds. These observations are consistent with the observations of Macharia and Peffley (1995), who found that winter onion extract (*Allium fistulosum*) did not affect seed germination of *K. scoparia*, whereas it decreased significantly the biomass of these seedlings. These results are also consistent with those of Dogan (2004) who demonstrated that *Raphanus sativus* extracts do not affect durum wheat germination, development is delayed, Kruse *et al.* (2000), have also shown that the effect of allelochemicals is manifested by morphological variations that are observed most often in the early stages of development.

The varieties tested did not behave in the same way with respect to the effect of the four doses of *C. dactylon* at the high concentration (40g / l), GTADUR has a germination rate of 80% followed by the MBB 78.33% and finally the VITRON variety. Regarding the average lengths be it coleoptiles or radical VITRON mark important values. The variety Mohamed Ben Bachir elaborates more dry matter followed by the GTADUR.

V - Conclusions

The test study of the inhibitory effect of aqueous extracts of *C. dactylon* on seed germination of the three varieties of durum wheat: MBB, GTADUR and VITRON under controlled conditions (laboratory) revealed that there is an inhibition of germination of the seeds according to different concentrations of the aqueous extract and to highlight the allelopathic power of the extracts obtained from the leaf parts of this weed on the durum wheat seeds .

The monitoring of some growth parameters made it possible to observe abnormalities in the lots treated with extracts at high concentrations (30 and 40 g / l) and even a reduction in dry biomass.

In the light of these results, it is interesting to conclude that the aqueous extracts of *C. dactylon* have an inhibitory effect acting even at low concentrations and thus prevent germination of hard wheat seeds.

Acknowledgments

This work has been done at the laboratory level of the Department of Agricultural Sciences of the University Mohamed Kheider Biskra. My sincere thanks are due to the members of this laboratory.

I would like to thank the medforum staff who gave us this opportunity.

References

- Anjum T., Bajwa R., 2005. Importance of germination indices in interpretation of allelochemical effects. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7: 417-419.
- Atoum M., Al-Charchafchi F., Modallal N., 2006. Biological activity and antimutagenicity of water-soluble phytotoxins from *Artemisia herba alba* ASSO. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(9): 1774-1778. doi: [10.3923/pjbs.2006.1774.1778](https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.1774.1778)
- Benabderrazik H., Rastoin J., 2014. *Cereals and oilseeds in the Maghreb for a co-development of territorialized sectors*. Economic report. The Institute for Prospective Economics of the Mediterranean World.
- Ben-Ghabrit S., Bouhache M., Akkif M., 2017. Allelopathic effects of an invasive weed (*Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook.f.) on the germination and growth of durum wheat Moroccan *Journal of Plant Protection*, 11: 17-28.
- Benmeddour T., 2010. *Study of the allelopathic power of the Harmel (Peganum harmala L.), the oleander (Nerium oleander L.) and the alliant (Ailanthus altissima (Mill.) Swing.) on the germination of some weeds de cereals*. Magister Thesis. University of Sétif.
- Come D., 1970. *Obstacles to sprouting*. Paris: Masson and Cie. Monograph and Plant Physiology, 6.
- Dogan A., 2004. *Antep Turpu (Raphanus sativus L.) 'nun Misir Bitkisin ve Yabancı Ot Turlerine Olan Allelopatik Etkisinin Arastirilmesi*. Cukurova Universitesi Fen Bilimleri Enstitusu, Yuksek Lisans Tezi (in Turk with English summary).
- Florent R., 2006. *The critical period of weeding and the effect of weeds on the morphology of grain corn (Zea mays L.) in Quebec*. Memory for obtaining the degree of Master of Science. University Laval Quebec Canada.
- Fourar-Belaifa R., Fleurat-Lessard F., 2015. Évaluation expérimentale de la sensibilité aux attaques du charançon du riz de variétés d'espèces céréalières cultivées en Algérie. *Cahiers Agricultures*, 24(5): 283-291. doi: [10.1684/agr.2015.0767](https://doi.org/10.1684/agr.2015.0767)
- Hemada M., El-Darier S., 2011. Comparative study on composition and biological activity of essential oils of thymus species grown in Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 11: 647-654.
- Kato-Noguchi H., Salam M.A., Suenaga K., 1994. Isolation and identification of potent allelopathic substances in a traditional bangladeshi rice cultivar Kartikshail. *Journal of Chemical Ecology*, 20: 309-314.
- Kil B., Lee Youb S., 1987. Allelopathic effects of *Chrysanthemum morifolium* on germination and growth of several herbaceous plants. *Journal of Chemical Ecology*, 13: 299-308. doi: [10.1007/BF01025889](https://doi.org/10.1007/BF01025889)

- Kruse M., Strandberg M., Strandberg B., 2000. *Ecological effects of allelopathic plants: a review*. Silkeborg: National Environmental Research Institute. NERI Technical Report, 315.
- Lai R., You M., Chen S., Gu G., Wang G., Lai C., 2012. Allelopathic influence of leek (*Allium porum*) seeds on germination and radical growth of flue-cured tobacco of different cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 7(16): 2553-2559.
- Macharia C., Peffley E.B., 1995. Suppression of *Amaranthus spinosus* and *Kochia scoparia* evidence of competition or allelopathy in *Allium fistulosum*. *Crop Protection*, 14(2): 155-158. [doi: 10.1016/0261-2194\(95\)92870-S](https://doi.org/10.1016/0261-2194(95)92870-S)
- Quartier C., Hoffer-Massard F, 2006. The flora of crops, compensating surfaces and fallow land. *Bulletin du Cercle Vaudois de Botanique*, 35: 25-30.
- Regnault-Roger C., Philogene B., Vincent C, 2008. *Bio pesticides of plant origin*. 2nd ed. Paris: Lavoisier, TEC and DOC.
- Rice E. L., 2012. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic Press.
- Rsaissi. N., Bouhache M., Bencharki B., 2013. Allelopathic potential of Barbary fig *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill on the germination and growth of wild Jujube *Ziziphus lotus* (L.) Desf. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 3: 205-214.
- Sakka Rouis-Soussi L., EL Ayeb A., Harzallah-Skhiri F., 2017. Potentialités allélopathiques de *Allium roseum* var. *grandiflorum* subvar. *typicum* Regel. *Journal of Bioresources Valorization*, 2(1): 14-20.
- Viles A.L., Reese R.N., 1996. Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia* D.C. *Environmental and Experimental Botany*, 36(1): 39-43. [doi: 10.1016/0098-8472\(95\)00043-7](https://doi.org/10.1016/0098-8472(95)00043-7)
- Zahed N., Hosnil K., Ben Brahim N., Kallel M., Sebei H., 2010. Allelopathic effect of *Schinus molle* essential oils on wheat germination. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 1221-1227. [doi 10.1007/s11738-010-0492-z](https://doi.org/10.1007/s11738-010-0492-z)

Est-ce que les plantations de palmiers dattiers (PPD) et l'oasification peuvent être utilisées comme moyen de lutte contre la désertification et l'ensablement dans les zones arides?

Ali Mihi^{1,3}, Nacer Tarai²

¹ Université Larbi Tébessi, Faculté des Sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Tébessa (Algérie).

² Université Biskra, Faculté des Sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Biskra (Algérie).

³ Université Sétif 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sétif (Algérie).

e-mail: mihielieco@gmail.com, ali.mihi@univ-tebessa.dz

Résumé. Le secteur agricole a été témoin une grande expansion des agroécosystèmes Sahariennes dans le sud-est de l'Algérie, en adoptant de nouvelles technologies et de programmes agricoles pour développer le secteur. La présente étude consiste à tester l'effet des PPD (*Phoenix dactylifera* L) sur le phénomène de la désertification en utilisant les outils Système d'Information Géographique (SIG) et Télédétection. Une étude spatio-temporale a été réalisée à partir de trois images satellitaires (TM-1984, ETM+-1999, et OLI-2013). Une classification supervisée par maximum de vraisemblance a été utilisée pour quantifier l'évolution des PPD sur les dernières trois décennies, tandis que quatre indices de télédétection ont été extraits en tant qu'indicateurs de processus de désertification dans la zone d'étude : Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), Salinity Index (SI-T), and Crust Index (CI). Le modèle mixte linéaire généralisé (GLMM) a été appliqué pour tester l'effet de l'année et de la «présence / absence» de PPD pour NDVI; année, PPD et NDVI pour CI et NDMI; année, PPD, NDVI et NDMI pour SI-T. La superficie des PPD est quadruplée au cours des trois dernières décennies avec une augmentation de 4822 ha (plus de 0,5 million d'arbres). Présence DPP influencé positivement NDVI, NDMI et CI, mais affecté négativement SI-T. Des relations très significativement positives ont été trouvées entre NDVI — PPD, NDVI — NDMI et NDVI — CI, bien que des relations significativement négatives aient été obtenues entre SI-T — NDVI et SI-T — NDMI. Les résultats ont révélé le potentiel des PPD pour contrôler et pour atténuer la désertification dans les zones arides chaudes issue de l'efficacité des programmes stratégiques de politique agricole. Le Présent document rapporte, le potentiel et l'opportunité de Système d'Information géographique (SIG), et Télédétection comme des outils efficace pour cartographier, évaluer les changements ou les dégradations environnementales à long terme et avec un coût relativement faible dans les régions sahariennes.

Mots-clés. Agroécosystème - PPD (*Phoenix dactylifera* L) - Désertification - SIG - Télédétection – Imagerie par satellite.

Can date palm plantations (DPP) and oasification be used as a means for combating desertification and stranding in arid zones?

Abstract. Large Saharan agriculture in south-eastern of Algeria have been witnessed into highly agro-ecosystems farming expansion, by adopting new technologies and Agriculture programs to develop the sector. The dissertation aim is to show the agricultural mutation impact by highlighting the effect of date DPP (*Phoenix dactylifera* L) on desertification phenomenon in desert oasis (Eastern Algerian desert,) based on remote sensing and GIS tool. A spatiotemporal study was conducted using three Landsat satellite images (TM-1984, ETM+-1999 and OLI-2013). Likelihood supervised classification was used to quantify DPP change, as well as four remote sensing indices was extracted as indicators for desertification process in the study area; Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), Salinity Index (SI-T), and Crust Index (CI). The generalized linear model (GLM) was applied to test the significance of relationship between the response variables (NDVI, NDMI, SI-T and CI values) and explanatory variable (presence/absence of DPP) over study period. The results revealed that the DPP area and numbers quadrupled over the last three decades with 4822 ha, and more than 0.5 million date palm trees, respectively. High significance positive relationship was founded between (NDVI-DPP), (NDMI-NDVI),

and (CI- NDVI), although a high negative significance relationship occurred between (SI-T-NDVI and NDMI) at 95% confidence intervals. Hence, DPP area appeared highest NDVI, NDMI, and CI values, with lowest SI-T values compared desert area. The results yielded the potential of DPP in desertification controlling and mitigation, as result of drastic and efficient political agricultural programs. The ability of Remote sensing image processing technique for monitoring and rapid detection of land change in desert oases Landscape with accuracy and relatively low cost over a long-time period and large regions using medium resolution Satellite data.

Keywords. Agroecosystems - DPP (*Phoenix dactylifera* L.) - Desertification - Remote sensing - GIS - Satellite imagery.

I - Introduction

La désertification est La dégradation des sols en région aride et semi-aride sous l'effet des changements climatiques et de l'activité humaine (ONU, 1994). Les régions les plus sensibles à ce phénomène sont celles où les précipitations sont comprises entre 300 et 200 mm par an et qui sont localisées sur les franges des déserts (Ramade, 2005, 2008). Les causes de la désertification sont multiples et complexes : des causes directes (climatiques et humaines) et des causes indirectes (facteurs sociaux, économiques et politiques) (Siddig, 2000; Nahal, 2004; Ouadah, 2007). La dégradation de terre et la désertification se produisent partout, mais plus remarquable dans les régions aride, qui couvrent approximativement 40% du superficie mondiale, et soutiennent deux milliards de personnes, 90% d'entre eux vivent les pays en voie de développement : L'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine (Reynolds *et al.*, 2007 ; Nater *et al.*, 2008; UNCCD, 2008; Lal *et al.*, 2012). Actuellement, l'évaluation du risque de désertification, le suivi et la lutte contre la désertification restent un défi pour les scientifiques, les décideurs dans le monde entier (Chasek *et al.*, 2015; Gnacadjia, 2015; Liu *et al.*, 2015; Elsen and Jetten, 2015).

Sur les 238 millions d'ha de l'Algérie, 200 millions d'ha sont occupés par la zone saharienne où les infrastructures socio-économiques sont soumises à un ensablement résultant d'un développement souvent incohérent et d'une exploitation anarchique des ressources de ces milieux sensibles. Sur les 380 millions d'ha du nord du pays, 36 millions d'ha forment la steppe et le présaharien, zone aride et semi-aride très sensible aux processus de désertification, et caractérisée par un surpâturage chronique (Ali, 2006; Melouhi, 2006). D'après la carte nationale de sensibilité à la désertification établie sur les 20 millions d'hectares de steppe fait ressortir que près de 8 millions ha sont désertifiés ou menacés par la désertification. En générale 87 % du nord de l'Algérie présente une forte à très forte sensibilité à la désertification (M'hamed, 2005).

Les oasis constituent des écosystèmes très particuliers (caractères physiques, climatiques, écologiques et sociaux spécifiques). Elles sont formées par la superposition de deux systèmes, l'un naturel en limite d'amplitude bioécologique, et l'autre artificialisé ; tous deux sont fortement conditionnés par les ressources hydriques (MATE, 2002; Shanzhong et Xiaoyu, 2010). L'oasis est un écosystème fertile dans des zones de désert, fortement dépendantes des ressources en eau, dans lequel l'agriculture fait partie des principales activités humaines (Shanzhong et Xiaoyu, 2010). Elle est structurée en végétation multi-strates composées d'espèces de plantes sauvages et cultivées, et dominée par une canopée, au-dessous de laquelle une grande biodiversité animale et végétale se produit dans la strate inférieure de la végétation (Gebauer *et al.*, 2007; Guezoul *et al.*, 2013). La dynamique des oasis dans les terres arides a deux tendances opposées : (i) l'oasification qui fait référence à l'expansion des oasis, et (ii) la désertification induisant la contraction des oasis (Xie *et al.*, 2015).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une monocotylédone appartenant à la famille des Palmacées; la seule famille rattachée à l'ordre des Palmales. Cette famille renferme environ 225 genres et 2600 espèces, et peut être divisé en trois variétés en fonction de la dureté du

fruit: variété humide, variété demi-seche, et variété seche (Al-Shayeb *et al.*, 1995). L'espèce a révélé une tolérance élevée contre les conditions chaudes et un certain degré de salinité du sol (Tengberg, 2014). Le palmier dattier est l'une des cultures commerciales les plus cultivées dans les régions désertiques du monde (Al-Khayri *et al.*, 2015a, 2015b).

De nombreuses études se sont focalisées sur l'efficacité des méthodes biologiques de lutte contre la désertification à l'aide de diverses espèces végétales bien adaptées (Liu et Liu, 2001; Lu, 2001; Mubiru, 2001; Hooke et Setercock, 2012; Neffar *et al.*, 2013).

Le rôle des plantations de palmiers dattiers (PPD) dans l'arrêt de l'ensablement et l'atténuation de l'avancement de la désertification dans les déserts chauds a été rapporté dans plusieurs travaux (Bekheet et El-Sharabasy, 2015 ; Sedra, 2015 ; Salah, 2015 ; Khierallah *et al.*, 2015; Al-Yahyai *et al.*, 2015). Néanmoins, aucune étude jusqu'à ce jour n'a clairement prouvé l'impact du PPD sur les tendances de la désertification à grande ou à petite échelle. En outre, l'objectif de cette étude vise à démontrer le potentiel des PPD dans la lutte contre la désertification dans le Sahara d'Algérie, afin de promouvoir un système agro-écologique durable dans les oasis Algériennes. De plus, montrer le potentiel de l'utilisation du Système d'information Géographique pour suivre et détecter le changement de l'environnement avec exactitude et un coût relativement bas.

II - Matériels et Méthodes

1. Présentation de la région d'étude

Située dans une zone, fortement aride et hostile, le système oasien de Ziban est subi d'une grande dégradation de terre : recul de couvert végétal naturel, ensablement, urbanisation, surpâturage....wilaya de Biskra est située à l'Est du pays, et plus exactement au Sud des Aurès qui constituent sa limite naturelle au Nord. Elle s'étend au Sud-Est jusqu'à la zone des Chotts (Chott Melghir) et au Sud-Ouest jusqu'au commencement du grand Erg oriental. D'une superficie de 22 379,95 km², la Wilaya de Biskra est limitée par (ANAT, 2003) : la Wilaya de Batna au Nord, la Wilaya de M'Sila au Nord-Ouest, Djelfa au Sud-Ouest, la Wilaya d'El Oued au Sud, et la Wilaya de Khenchela au Nord et à l'Est. Elle se situe dans une zone semi-aride à semi-désertique (Figure 1). La zone d'étude couvre une superficie de ~ 890 km². L'activité humaine principale dans cette région est l'agriculture, où la culture permanente est le PPD. La région se caractérise par un climat Méditerranéen saharien avec un été chaud et sec et un hiver doux. Les sols appartiennent à trois classes : les sols peu évolués, les sols alluviaux et calcimagnésiens.

2. Acquisition des données

Trois images satellites ont été utilisées dans cette étude : (i) Landsat 5 TM acquis en juin 1984, (ii) Landsat 7 ETM+ pris en juillet 1999, et (iii) Landsat 8 OLI acquis en juin 2013 (Path 194, Row 036, Projection : UTM Zone 31 N, Résolution spatiale : 30 m, Dimensions: 805x705 pixels). Toutes ces images ont été acquises en été. Vicente-Serrano *et al.* (2008) ont noté que la couverture nuageuse est moins importante pendant les mois d'été, et qu'il est plus approprié de surveiller et d'analyser l'activité de la végétation. Les images ont été recueillies à partir des archives USGS Landsat (L1T) disponibles sur <http://glovis.usgs.gov>. Elles ont une résolution spatiale de 30 m avec moins de 1% de couverture nuageuse (CN) sur la zone d'étude pour Landsat 8 et 0% pour Landsat 5 et 7.

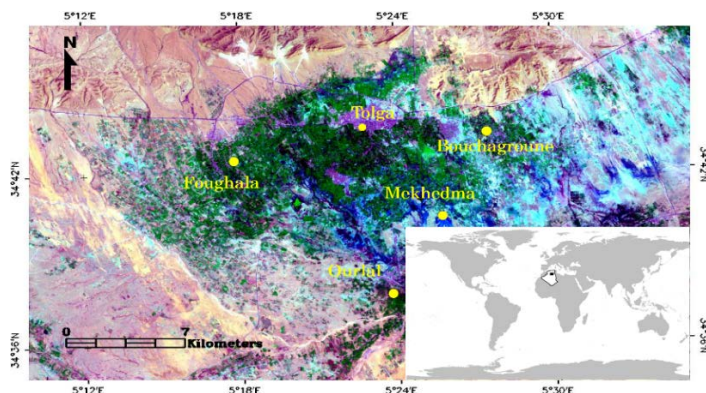


Figure 1. Zone d'étude, scène Landsat 8 OLI pour l'année 2013 (Composition fausse couleur RGB, Bandes 7-5-2).

3. Correction géométrique

Les corrections ont été effectuées grâce à l'acquisition des points amers figurant à la fois sur la composition colorée et sur l'image de référence. Toutes les images ont été corrigées à partir de l'image de référence (scène OLI 30/06/2013) à la zone de projection 31 UTM (Universal Transverse Mercator) Nord avec le système mondial géodésique (WGS) 1984. La méthode du plus proche voisin a été utilisée pour l'interpolation. Lors du traitement des données géomatiques, nous avons utilisé deux types de logiciels : ENVI 4.5 (logiciel de détection à distance) pour analyser les images satellitaires, et MapInfo 9.0 (logiciel SIG) pour créer, convertir, et combiner les données géographiques.

A. Calibration radiométrique

L'homogénéité temporelle de l'ensemble de données est nécessaire pour effectuer une étude comparative. Dans l'ensemble, la réflectance du haut de l'atmosphère (TOA) a été largement acceptée pour l'étude du changement de l'occupation des sols et de la couverture végétale (LU / LC). Par conséquent, des corrections radiométriques complexes n'ont pas été nécessaires (Vicente-Serrano *et al.*, 2008). La correction radiométrique des données permet de convertir le signal enregistré par le satellite dans une variable physique telle que, la luminance spectrale à la sonde et la réflectance de la TOA, exprimées en unités scientifiques fondamentales.

a] Landsat-5 TM et Landsat-7 ETM+

Les procédures de corrections radiométriques pour Landsat-5 TM et Landsat-7 ETM +, brièvement présentées ci-après, sont recommandées par Chander *et al.* (2009) :

(i) Les différences de capteurs : transformation en luminance spectrale

Calculer les valeurs de luminance spectrale au capteur à partir de valeurs de Comptes Numériques (CNs) en éliminant le gain et le décalage provoqués par les capteurs en utilisant l'équation suivante (équation 1) :

$$L_{\lambda} = (LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / (Q_{calmax} - Q_{calmin}) * (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda} \quad (1)$$

ou: L_{λ} = la luminance apparente mesurée par les capteurs embarqués sur le satellite [$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$], $LMAX_{\lambda}$ = sont des valeurs de luminances maximales de chaque capteur [$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$], $LMIN_{\lambda}$ = sont des valeurs de luminances minimales de chaque capteur [$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$], Q_{calmax} = le compte numérique maximale de chaque pixel de l'image [CN=255], Q_{calmin} = le compte numérique minimale de chaque pixel de l'image [CN=0], Q_{cal} = le compte numérique de chaque

pixel de l'image [CN]. Toutes les constantes en relation ont été obtenues à partir de l'étude de Chander *et al.* (2009).

(ii) Les variations d'illumination et d'angle solaire : réflectance exoatmosphérique (TOA)

La transformation de luminance spectrale au réflectance exoatmosphérique permis de réduire la variabilité scène-scène. L'équation suivante (équation 2) permet de calculer la réflectance TOA de la terre:

$$\rho_{\lambda} = \pi * L_{\lambda} * \frac{d^2}{ESUN_{\lambda}} * \cos \theta_s \quad (2)$$

Où : ρ_{λ} = TOA Réflectance [sans unité], π = Constante mathématique égale à ~ 3.14159 [sans unité], L_{λ} = la luminance apparente mesurée par les capteurs embarqués sur le satellite [$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$], d = Distance Terre - Soleil. [unités astronomiques], $ESUN_{\lambda}$ = est l'éclairement solaire total hors atmosphère [$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$], θ_s = angle zénithal solaire [degrés].

Les valeurs $ESUN_{\lambda}$ pour les images TM ont été acquises à partir de Chander et Markhem (2003), et le manuel d'utilisation des données scientifiques Landsat-7 a été utilisé pour les images ETM+ (http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/ias/hetbook/hetbook_toc.html).

b] Landsat -8 OLI

Les coefficients de calibration de réflectance fournis dans le fichier de métadonnées du produit (données de la Bande OLI) ont été utilisés pour convertir les valeurs comptes numériques (CNS) en réflectance exoatmosphérique (TOA) pour les Bandes OLI. L'équation suivante (équation 3) a été adoptée suite à http://Landsat8document/Landsat8_using_product.php.html. Tout d'abord, réflectance TOA sans correction d'angle de soleil a été calculé:

$$\rho_{\lambda}' = M_p * Q_{cal} + A_p \quad (3)$$

Où: ρ_{λ}' = TOA réflectance planétaire, Sans correction pour l'angle solaire. Nous notera que ρ_{λ}' ne contient pas de correction pour l'angle du soleil, M_p = facteur de calibration multiplicatif spécifique à la Bande à partir des métadonnées, A_p = facteur d'ajustement additif spécifique à la Bande à partir des métadonnées, Q_{cal} = le compte numérique de chaque pixel de l'image [CN]. Ensuite, la réflectance exoatmosphérique TOA est corrigée pour l'angle du soleil (équation 4):

$$\rho_{\lambda} = \rho_{\lambda}' / \cos(\theta_{sz}) \quad (4)$$

Où: ρ_{λ} = TOA réflectance planétaire, θ_{SE} = angle local d'élévation du soleil. L'angle d'élévation du centre de scène en degrés est fourni dans les métadonnées, θ_{sz} = angle zénithal solaire où; $\theta_{sz} = 90^\circ - \theta_{SE}$.

B. Analyse d'image

Pour cartographier la dynamique spatio-temporelle du PPD dans la zone d'étude, la classification supervisée par le maximum de vraisemblance a été adoptée. Des zones d'échantillonnage représentant les catégories d'occupation du sol de la région ont été recueillies au hasard à l'aide du GPS (Geographic Position System) pour une estimation plus précise de la classification. Une seule classe (PPD) a été générée dans notre cas. La matrice de corrélation des Bandes spectrales de chaque image satellitaire a permis d'obtenir les meilleures Bandes pour une bonne discrimination de surface, qui sont, le proche infrarouge (TM 7, ETM+ 7 et OLI 7), le moyen infrarouge (TM 4, ETM+ 4 et OLI 5), et le bleue (TM 1, ETM+ 1 et OLI 2). Quatre indicateurs environnementaux ont été utilisés (La végétation, l'humidité, la salinité et l'ensablement) pour évaluer et pour surveiller les processus de désertification. Par conséquent, quatre indices spectraux (NDVI, NDMI, SI-T et CI) ont été dérivés à partir de la

réflectance spectrale des Bandes utilisées (Tableau 1). Le logiciel ENVI 4.5 a été utilisé pour tous les traitements et analyses d'images.

Tableau 1. Les indices spectraux dérivés de la réflectance des données.

Indices	Formule	Référence
Normalized difference vegetation index (NDVI)	$(NIR - R) / (NIR + R)$	Rouse et al., (1974)
Normalized difference moisture index (NDMI)	$(NIR - MIR) / (NIR + MIR)$	Wilson et Sader (2002)
Salinity index-Tripathi (SI-T)	$(R/NIR) \times 100$	Tripathi et al. (1997)
Crust index (CI)	$1 - (R - B) / (R + B)$	Karnieli (1997)

B: Bande Bleu, R: Bande Rouge, NIR: Bande Proche Infrarouge, MIR: Bande moyen infrarouge.

C. Analyse des données

Le modèle mixte linéaire généralisé (GLMM) a été utilisé pour tester l'effet du PPD sur la variation des indicateurs de désertification (NDVI, NDMI, CI et SI-T) au cours des 30 dernières années (1984-2013). Les facteurs intégrés dans les modèles étaient (i) l'année et «présence / absence» de PPD pour NDVI ; (ii) année, PPD, et NDVI pour CI ; (iii) année, PPD, et NDVI pour NDMI ; (iv) année, PPD, NDVI, et NDMI pour SI-T. Pour chaque GLMM, les interactions des variables avec les PPD ont été incluses parce que les images satellites concernent la même zone où les valeurs des indicateurs / indices de désertification ont été acquises par pixel (30 m) pour chaque année. Ainsi, ils ont été considérés comme des pseudo-répliques et le facteur «pixel» est intégré comme un effet aléatoire dans ce cas. Les paquets R nlme (Pinheiro et al., 2015) ont été utilisés pour l'analyse statistique et les calculs, tandis que le paquet ggplot 2 (Chang, 2013) a été utilisé pour tracer les graphiques.

III - Résultats et Discussion

1. Changement de PPD au cours des trois dernières décennies

Les statistiques des changements de superficie et de nombre de PPD pour les trois années sont résumées au Tableau 02. De 1984 à 1999, on observe une augmentation évidente de la superficie du PPD avec 20,13 km² (2,26%) et un nombre de palmiers dattier égale à 241574 arbres. De même, pour la deuxième période (1999-2013), une augmentation remarquable a été enregistrée dans la superficie du PPD et le nombre de palmier dattier avec respectivement 28,09 km² (3,15%) et 343 332 arbres. En général, l'augmentation a été enregistrée à la fois dans la superficie du PPD et dans le nombre de palmier dattier au cours des 30 dernières années. Les techniques de traitement d'images par satellite Landsat ont permis de suivre la dynamique et d'évaluer les tendances du PPD dans les paysages oasiens du désert. En fait, les images satellites Landsat peuvent être utilisées dans ce cas, à condition que la superficie végétale totale de palmeraie soit supérieure à 0,4 ha (Luedeling et Buerkert, 2008; Mihi et al., 2017, 2019; Mihi, 2018). Les deux pics du PPD (1999 et 2013) coïncidant d'une part, avec la première période d'extension des cultures du palmier dattier en 1984, établie dans le cadre de l'accession à la propriété foncière agricole (APFA), qui vise à promouvoir l'agriculture saharienne, et d'autre part avec un autre programme «Programme National de Développement Agricole (PNDA), 2000» qui a coïncidé avec la deuxième grande extension du PPD dans le

Sahara Algérien. Il est clair que la variété Deglet-Noor a dominé dans la zone d'étude, en raison de sa grande valeur commerciale dans le commerce local et international. La conséquence de ce modèle de monoculture est la marginalisation, et par conséquent, l'érosion génétique des variétés indigènes (valeur commerciale moins importante). L'exploitation moderne des agrosystèmes oasiens en Afrique du Nord et au Moyen-Orient a augmenté la fragilité du système oasien et a déclenché leur vulnérabilité aux stress abiotiques et aux dégradations biologiques (Idder *et al.*, 2015; Jaradat, 2015, 2016).

Tableau 2. Résumé du changement du palmier dattier pour 1984, 1999 et 2013.

Données PDD	1984	1999	2013	Changement total (1984-2013)	Taux annuel de Changement (1984-2013)
Superficie (km ²)	54,06	74,19	102,28	+48,22	+1,66
%	06,07	08,33	11,48	+5,41	+0,19
Nombre du palmier dattier *	648,745	890,319	1,233,651	+584,906	+20,169
Précision globale (%)	96,43	95	94,68		
Coefficient de Kappa (%)	95	92	94		

* Selon Bouguedoura *et al.* (2015) (1 ha = 120 palmiers dattiers).

2. Indicateurs de la désertification basés sur les plantations de palmiers dattiers

A. Effets du PPD sur l'NDVI

L'indice NDVI de la zone d'étude pour chaque année est présenté dans le Tableau 8. Les boxplots montrent une augmentation rapide de la biomasse verte au cours les années (Figure 2). La moyenne de l'NDVI est de $0,12 \pm 0,04$ (moyenne $\pm$ écart type) en 1984, puis de $0,13 \pm 0,07$ en 1999, et elle a atteint $0,18 \pm 0,10$ en 2013. Pour chaque année, les valeurs du NDVI augmentent avec la présence de PPD, tandis que le NDVI diminue significativement avec l'absence de PPD (Figure 2 et Tableau 8).

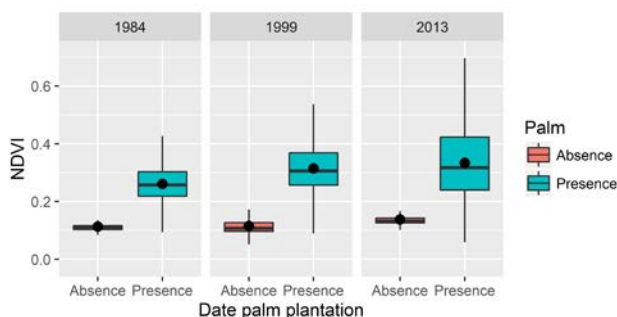


Figure 2. Variation des valeurs de NDVI dans la région de Ziban (désert du Sahara algérien) pendant la période 1984-2013 suite à la présence / absence de PPD. Les cercles pleins indiquent les moyennes.

Le GLMM a révélé des augmentations significatives importantes ($P < 0,0001$) dans les valeurs du NDVI entre les années d'étude, alors qu'il a indiqué que dans la même année, la présence de PPD a montré des valeurs de NDVI significativement plus élevées ($P < 0,0001$) par rapport à

la zone non plantée avec le PPD (Tableau 03). Généralement, les valeurs élevées de l'indice NDVI représentent la zone cultivée avec PPD. Cependant, de faibles valeurs de NDVI se rapportent à des zones non cultivées (sans PPD). Les valeurs élevées de NDVI indiquent la végétation boisée, dans ce cas les vergers de PPD où leur activité photosynthétique est plus élevée, comme il a été noté par Luedeling et Buerkert (2008), comparativement aux communautés de plantes désertiques dispersées, caractérisées par de faibles valeurs de NDVI. Lamchin et *al.* (2016), rapportent que les valeurs du NDVI sont fortement recommandées pour différencier entre les zones désertifiées et non désertifiées. En effet, les zones affectées par la désertification ont été caractérisées par des valeurs de NDVI <0,50, autrement dit, les zones non désertifiées ont des valeurs supérieures à ce seuil.

Tableau 3. GLMM relatif aux effets des années, présence / absence de PPD, et leur interaction 'année' PPD 'sur le changement du NDVI

Variables	Valeur	Std. Erreur	DDL	t-théorique	p-valeur
Interception	0,114	4,3E-05	1979339	2669,32	<0,001
Année 1999	0,003	5,3E-05	1979339	55,60	<0,001
Année 2013	0,026	5,5E-05	1979339	462,97	<0,001
Présence de PPD	0,125	1,7E-04	1979339	747,47	<0,001
Année 1999 × Présence de PPD	0,049	2,0E-04	1979339	238,82	<0,001
Année 2013 × Présence de PPD	0,059	1,8E-04	1979339	319,51	<0,001

B. Influences du NDVI et du PPD sur le CI

Les valeurs de CI varient significativement entre les années ($P < 0,0001$) avec une moyenne de $0,77 \pm 0,04$, $0,79 \pm 1,09$ et $0,79 \pm 0,08$ respectivement pour les années 1984, 1999 et 2013 (Tableau 8). Le GLMM indique que l'augmentation observée entre l'année est statistiquement significative. Une relation positive significative ($P < 0,0001$) est obtenue entre les deux indices NDVI et CI. Les valeurs de CI augmentent avec l'augmentation des valeurs de NDVI. Par ailleurs, la présence de PPD induit une augmentation significative de l'indice de CI ($P < 0,0001$) (Tableau 4 et Figure 3).

Tableau 4. Résultats de la GLMM relatifs aux effets des variables 'Année', 'PPD' et 'NDVI' sur CI

Variables	Valeur	Std. Erreur	DDL	t-théorique	p-valeur
Interception	0,689	4,2E-05	1979340	16220,21	<0,001
Année 1999	0,012	2,2E-05	1979340	551,06	<0,001
Année 2013	-0,016	2,5E-05	1979340	-642,30	<0,001
Présence de PPD	0,009	6,0E-05	1979340	150,75	<0,001
NDVI	0,639	2,8E-04	1979340	2253,10	<0,001

En fait, les valeurs élevées de l'indice CI se réfèrent à des zones avec PPD, alors que de faibles valeurs de CI indiquent des zones avec des communautés de plantes psammophytes qui se trouvent dans les dunes de sable, ou simplement des sols dénudés avec une végétation

désertique dispersée et clairsemée. Lorsque les valeurs de CI varient entre 0,56 et 0,78, cela indique un paysage de végétation sableuse (Karnieli, 1997). Les dunes de sable actives et mobiles sans couverture végétale possèdent des valeurs de CI $\leq 0,56$ et des valeurs de NDVI $\leq 0,01$ (Maman *et al.*, 2011). La relation négative entre la couverture végétale verte et l'ensablement est en accord avec l'étude de Wang (2013), qui a signalé que l'ensablement diminue avec l'augmentation de la couverture végétale. Zhou *et al.* (2004) ont affirmé également que la teneur en sable dans le sol oasien est plus faible par rapport à la teneur en argile. Wang (2013) a rapporté qu'il existe une relation solide entre la salinisation et l'ensablement dans les zones désertiques, parce que l'évaporation continue de l'eau provoque une augmentation progressive de l'accumulation de sels dans le sol, qui déclenche à son tour la dégradation et la diminution de la couverture végétale naturelle en raison du stress abiotique et / ou biotique. Pratiquement, les PPD de la région de Ziban sont situées dans un couloir de vent de mouvement du sable à partir du bassin de Hodna vers les grands Ergs algériens orientaux dans le Sahara, ce qui explique la répartition des dépôts de sable dans les oasis abandonnées à l'Ouest de la zone d'étude (Boureboune et Benazzouz, 2009). Par conséquent, la direction de l'ensablement commence du Nord-Ouest vers le Sud-Est de l'Algérie (Ballais, 2005). Ainsi, de nombreuses espèces de plantes ont été enterrées sous les masses de sable et remplacées par des taxons de végétation de dunes de sable, comme les communautés psammophytiques.

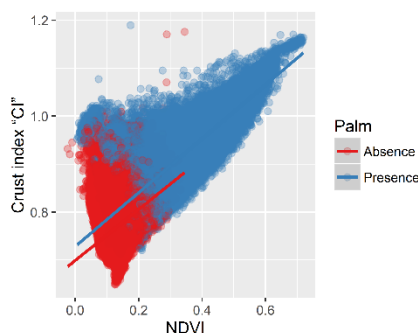


Figure 3. Relation entre CI et NDVI par présence / absence de PPD (à gauche) et changement de l'indice CI entre 1984, 1999 et 2013 (à droite). Les lignes représentent une régression linéaire avec un modèle linéaire généralisé (GLM). Les cercles pleins dans les boxplots indiquent les moyennes de CI.

C. Influence du NDVI et du PPD sur NDMI

Tableau 8 illustre les sorties des valeurs d' NDMI pour 1984, 1999 et 2013 dans la région du Ziban. Les valeurs de l'indice NDMI montrent une petite différence entre les trois années. En 1984, le NDMI atteint une moyenne de $-0,03 \pm 0,07$, puis augmente jusqu'à $-0,01 \pm 0,08$ en 1999 pour atteindre $-0,01 \pm 0,11$ en 2013. Le GLMM révèle que ces augmentations sont significatives entre les années. De plus, le modèle indique que la présence de PPD affecte positivement les valeurs de l'NDMI ($t = 53,40$, $P < 0,001$) (Tableau 5).

Une relation positive significative ($P < 0,0001$) apparaît entre les valeurs de l'NDMI et de l'NDVI. Les valeurs de l'NDMI augmentent avec l'augmentation des valeurs de l' NDVI et vice versa. Les sorties de GLMM prouvent que les valeurs de l'NDMI augmentent de façon significative ($P < 0,0001$) avec l'augmentation des valeurs de l'NDVI, mais cette augmentation est plus élevée avec la présence de PPD que dans la zone où le PPD est absent (Figure 4 et Tableau 5). Globalement, les valeurs élevées de NDMI caractérisent les zones irriguées (présence de PPD), alors que les faibles valeurs NDMI caractérisent les zones non irriguées (absence de PPD). Les résultats du changement du NDMI sont semblables aux résultats de Dedkov et Gunin (2014), ce qui a confirmé l'importance du contenu d'humidité de sol dans les zones oasiennes comparées aux habitats dénudés ou non-plantés dans le désert. Selon Aldakheel (2011), le PPD demeure toujours vert avec des valeurs de l'indice NDVI élevées en raison de la disponibilité de l'eau d'irrigation, autrement dit, la végétation naturelle est apparue avec de faibles valeurs de NDVI en raison des conditions de stress hydrique dans les sols non irrigués. En outre, la

structure dense de la canopée a une forte teneur en humidité par rapport à la structure de la canopée ouverte ou les habitats ouverts. Cela est principalement dû à l'ombre créée par les canopées qui réduit à la fois la température, l'évaporation, et l'évapotranspiration ainsi que l'humidité du sol qui reste plus longtemps par rapport aux sols désertiques dénudés (Assal *et al.*, 2016).

Tableau 5. GLMM relatif au changement de l'NDMI sous l'effet des années, présence/absence du PPD, NDVI, et l'interaction `PPD*NDVI'.

Variables	Valeur	Std. Erreur	DDL	t-théorique	p-valeur
Interception	-0,142	9,6E-05	1979339	-1478,11	<0,001
Année 1999	0,011	3,0E-05	1979339	370,10	<0,001
Année 2013	-0,034	3,7E-05	1979339	-912,16	<0,001
Présence de PPD	0,009	1,7E-04	1979339	53,40	<0,001
NDVI	0,890	7,7E-04	1979339	1155,54	<0,001
Présence de PPD × NDVI	0,082	8,3E-04	1979339	98,13	<0,001

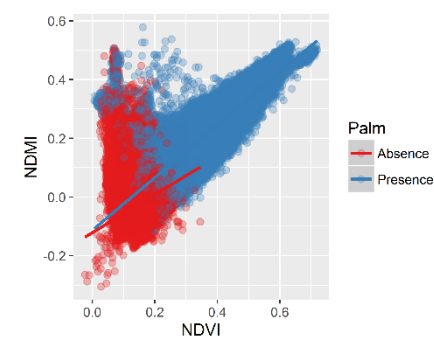


Figure 4. Relation entre NDMI et NDVI par présence / absence de PPD (à gauche), et changement de l'indice NDMI entre 1984, 1999 et 2013 (à droite). Les lignes représentent une régression linéaire avec un modèle linéaire généralisé (GLM). Les cercles pleins dans les boxplots indiquent les moyennes de NDMI.

D. Effets du NDVI, PPD, et NDMI sur le SI-T

Les valeurs de l'indice SI-T diminuent de façon significative ($P<0,0001$) au cours des années d'étude, passant d'une moyenne de $78,47 \pm 6,00$ en 1984, à $77,20 \pm 8,85$ en 1999, afin d'atteindre $70,50 \pm 12,20$ en 2013 (Tableau 8). Les valeurs de SI-T diminuent aussi significativement avec la présence de PPD ($P <0,0001$). En se référant aux résultats de GLMM, une relation négative significative s'est produite entre les indices SI-T et NDVI ($P <0,0001$). Les valeurs de SI-T diminuent et les valeurs de NDVI augmentent (Figure 5a et Tableau 6), mais cette diminution est significativement plus élevée lorsqu'elle est associée à la présence de PPD par rapport aux zones non plantées (Absence de PPD). En général, les zones ayant des valeurs élevées de l'indice SI-T sont occupées et recouvertes par les Sabkhas (lacs salins temporels), comme l'indiquent Albed *et al.* (2014a), ou des communautés de plantes halophytes (absence de PPD).

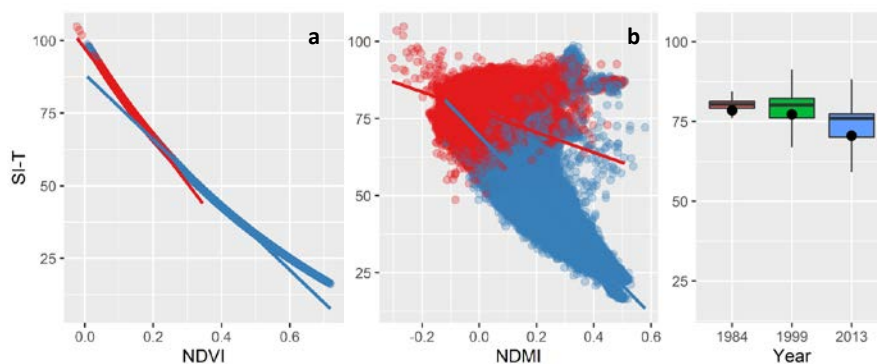


Figure 5. (a) Relation entre SI-T et NDVI par présence / absence de PPD (à gauche), et changement de l'indice SI-T entre 1984, 1999 et 2013 (à droite). Les lignes représentent une régression linéaire avec un modèle linéaire généralisé (GLM). Les cercles pleins dans les boxplots indiquent les moyennes de SI-T, (b) Relation entre SI-T et NDMI par présence / absence de PPD. Les lignes représentent une régression linéaire avec un modèle linéaire généralisé (GLM).

Tableau 6. Modelage des effets des années, présence/absence de PPD, et NDVI sur le changement de l'indice SI-T

Variables	Valeur	Std. Erreur	DDL	t-théorique	p-valeur
Interception	93,514	0,002	1979340	56386,11	<0,001
Année 1999	-0,031	0,001	1979340	-25,36	<0,001
Année 2013	-0,636	0,001	1979340	-495,63	<0,001
Présence de PPD	-1,398	0,003	1979340	-492,98	<0,001
NDVI	-122,563	0,013	1979340	-9774,3	<0,001

Contrairement, les zones à faible valeurs de SI-T sont couvertes par des vergers de PPD. Le GLMM révèle que l'indice NDMI influence négativement ($P < 0,0001$) les valeurs de l'indice SI-T, et cette influence négative est également associée à la présence de PPD (Figure 5b ; Tableau 7). La relation négative entre le SI-T et le NDVI a été confirmée par l'étude d'Aldakheel (2011), dans laquelle les valeurs élevées de NDVI sont considérées liées aux faibles valeurs de salinité d'eau d'irrigation dans la PPD. Les mêmes résultats ont été trouvés avec l'indice SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) (Alhamadi et Glenn, 2008; Allbed *et al.*, 2014a). En outre, le PPD supporte un niveau élevé de salinité par rapport à d'autres plantations permanentes (Yaish et Kumar, 2015). Bien qu'un seuil de 4 dS / m soit fixé pour les effets de la salinité du sol sur le rendement du PPD (King et Thomas, 2014). En fait, le seuil de tolérance du palmier dattier contre le stress salin varie entre les cultivars du palmier dattier (Al-Abdoulhadi *et al.*, 2011). En réalité, les techniques modernes de pompage et la surexploitation des nappes aquifères ont entraîné la salinisation des aquifères d'eau douce et l'expansion de la salinité des sols, affectant négativement le PPD, et autres cultures associées (Allbed *et al.*, 2014b). Le niveau de salinisation des sols dans le système oasien moderne est plus élevé que l'ancienne oasis due aux mauvaises pratiques d'irrigation (Wang *et al.*, 2008). La relation opposée observée entre les indices SI-T et NDVI est liée à la différence des taux d'évaporation entre les différents paysages désertiques. Dans les zones cultivées, la structure des canopées du PPD a contribué à diminuer le niveau d'évaporation dans le sol irrigué sous les palmiers dattiers, et donc réduit le niveau de salinité (Alam et AlShaikh, 2013). En revanche, dans les zones non cultivées, la

salinité augmente dans les sols non irrigués en raison de la végétation dispersée et de l'évaporation qui dépassent habituellement les précipitations (Howari et Goodell, 2009).

Tableau 7. GLMM relatif aux effets de présence/absence de PPD, et l'NDMI sur le changement de l'indice SI-T

SI-T	Valeur	Std. Erreur	DDL	t-théorique	p-valeur
Interception	75,717	0,004	1979342	21115,37	<0,001
Présence de PP	-11,863	0,012	1979342	-958,13	<0,001
NDMI	-64,401	0,047	1979342	-1372,12	<0,001

Tableau 8. Statistiques descriptives des quatre indices spectraux (NDVI, NDMI, SI-T et CI).

Variable	Year	Min	Max	Mean	St. dev
NDVI	1984	0,06	0,48	0,12	0,04
	1999	0,01	0,59	0,13	0,07
	2013	-0,02	0,72	0,18	0,10
NDMI	1984	-0,14	0,38	-0,03	0,07
	1999	-0,18	0,54	-0,01	0,08
	2013	-0,31	0,58	-0,01	0,11
SI-T	1984	35,11	88,78	78,47	6,00
	1999	25,74	98,71	77,20	8,85
	2013	16,31	104,82	70,50	12,20
CI	1984	0,69	0,99	0,77	0,04
	1999	0,70	1,09	0,79	0,06
	2013	0,65	1,19	0,79	0,08

E. Plantations de palmier dattier comme ceinture refuge contre la désertification

Dans l'ensemble, la zone cultivée avec PPD ont les valeurs de NDVI, de NDMI et de CI les plus élevées, mais aussi les valeurs de SI-T les plus faibles. À l'inverse, les zones non cultivées (communautés désertiques) ont des valeurs de NDVI, NDMI et CI plus faibles à l'opposé des valeurs SI-T pendant la période étudiée. Les variations des valeurs de NDVI, NDMI, et SI-T et CI dans le PPD sont dues à l'effet des cultivars, de l'âge et de la densité des PPD. D'une part, les vieux vergers de PPD se caractérisent par des arbres âgés, une diversité variétale élevée et une densité élevée en raison de la faible distance entre les pieds de palmiers dattiers, qui sont inter-plantées avec divers arbres fruitiers (Figue, vigne, citron, grenade...). D'autre part, les plantations de palmiers modernes se caractérisent par de jeunes plantations, une faible diversité variétale, principalement dominée par le cultivar Deglet-Noor (monoculture), et la faible densité d'arbres due au grand espacement entre les arbres. D'après Bouzaher et Alkama (2013), les agriculteurs de la zone d'étude utilisent habituellement deux types de distance entre les arbres (7m × 7m et 5m × 5m), mais le modèle 5 × 5 a été révélé plus approprié selon les conditions de la zone d'étude. Al-Barrak (1990) a montré que le palmier dattier améliore la fertilité du sol en termes de carbone organique par rapport au sol non cultivé (sans PPD). De

plus, le palmier dattier est l'une des cultures les plus adaptées aux conditions édaphiques des régions chaudes désertiques (Kawy et El-Magd, 2013). Par ailleurs, Cherif *et al.* (2015) ont signalé que les communautés endophytes des racines du palmier dattier renforcent la tolérance des espèces contre les conditions de stress dû à la sécheresse. Donc, comme il est prévu, le palmier dattier représente une espèce clé précieuse comme brise-vent des terres agricoles pour contrôler l'exacerbation de la désertification dans les zones arides. Il fournit également des services agricoles et écologiques clés pour les populations humaines vivant dans les zones arides.

IV - Conclusions

Dans la région du Ziban, le plus grand et le plus productif de dattes en Algérie, le patrimoine du PPD a connu une expansion significative en termes de superficie et de nombre d'arbres au cours des 30 dernières années, avec une augmentation de 48,22 km² (5,42%), et plus du 1,5 million de palmiers, avec un taux de changement équivalent à 1,66 km² / an et 20169 palmiers dattiers / an. Les modèles statistiques ont montré une relation positive très significative entre NDVI-DPP, NDMI-NDVI et CI-NDVI. Toutefois, des relations négatives ont été trouvées d'une part, entre SI-T et NDVI-NDMI, et d'autre part, les zones du PPD ont indiqué des valeurs de NDVI, de NDMI et de CI élevées, mais de faibles valeurs de SI-T. Cependant, les régions sans PPD ont montré des valeurs de NDVI, NDMI et CI faibles, avec des valeurs de SI-T élevées. Nos résultats ont révélé que le PPD apparaît comme une ceinture refuge protectrice contre la désertification et l'ensablement. La politique agro-économique adoptée par le gouvernement algérien dans les zones arides représente un modèle réussi pour le développement de l'agriculture aride au Sud du pays. En outre, les outils de Télédétection et SIG ont fourni une approche utile pour surveiller, détecter les changements, et ainsi conserver les écosystèmes fragiles sur une grande zone en un temps et une rentabilité raisonnables.

Lexique

ETM+: Enhanced Thematic Mapper plus

OLI: Operational Land Imager

NASA: National Aeronautics and Space Administration

TM: Thematic Mapper

USGS: United States of Geological Study

Références

- Al-Barrak S.A., 1990.** Characteristics of some soils under date palm in Al-Hassa eastern oasis, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University*, 2(1): 115-130.
- Al-Abdoulhadi I.A., Dinar H.A., Ebert G. et al., 2011.** Effect of salinity on leaf growth, leaf injury and biomass production in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(11): 1542-1546.
- Alam S., AlShaikh A.A., 2013.** Use of palm fronds as shaded cover for evaporation reduction to improve water storage efficiency. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 25(1): 55-58. [doi: 10.1016/j.jksues.2012.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jksues.2012.01.003)
- Aldakheel Y.Y., 2011.** Assessing NDVI spatial pattern as related to irrigation and soil salinity management in Al-Hassa Oasis, Saudi Arabia. *Journal of the Society of Remote Sensing*, 39(2): 171-180. [doi: 10.1007/s12524-010-0057-z](https://doi.org/10.1007/s12524-010-0057-z)
- Alhammadi M.S., Glenn E.P., 2008.** Detecting date palm trees health and vegetation greenness change on the eastern coast of the United Arab Emirates using SAVI. *International Journal of Remote Sensing*, 29(6): 745-1765. [doi: 10.1080/01431160701395195](https://doi.org/10.1080/01431160701395195)
- Ali G., 2006.** Problematique de la desertification en Algerie: état et mesures de lutte pour la protection des ressources naturelles. In: Kepner W.G., Rubio J.L., Mouat D.A., Pedrazzini F. (eds.). *Desertification in the Mediterranean region. A security issue*. Dordrecht: Springer, p. 167-185. NATO security through science series. [doi: 10.1007/1-4020-3760-0_06](https://doi.org/10.1007/1-4020-3760-0_06)
- Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V., 2015a.** *Date palm genetic resources and utilization*. Vol. 1. *Africa and the Americas*. Dordrecht: Springer. [doi: 10.1007/978-94-017-9694-1](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1)
- Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V., 2015b.** *Date palm genetic resources and utilization*. Vol. 2. *Asia*

- and Europe. Dordrecht: Springer. doi: [10.1007/978-94-017-9707-8](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9707-8)
- Allbed A., Kumar L., Aldakheel Y.Y., 2014a.** Assessing soil salinity using soil salinity and vegetation indices derived from IKONOS high-spatial resolution imageries: Applications in a date palm dominated region. *Geoderma*, 230-231: 1-8. doi: [10.1016/j.geoderma.2014.03.025](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.03.025)
- Allbed A., Kumar L., Sinha P., 2014b.** Mapping and modelling spatial variation in soil salinity in the Al Hassa Oasis based on remote sensing indicators and regression techniques. *Remote Sensing*, 6(2): 1137-1157. doi: [10.1016/j.geoderma.2014.03.025](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.03.025)
- Al-Shayeb S.M., Al-Rajhi M.A., Seaward M.R.D., 1995.** The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments. *Science of the Total Environment*, 168(1): 1-10. doi: [10.1016/0048-9697\(95\)04556-G](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04556-G)
- Al-Yahyai R., Khan M.M., 2015.** Date palm status and perspective in Oman. In: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Dordrecht: Springer, pp. 207-240. doi: [10.1007/978-94-017-9707-8_6](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9707-8_6)
- ANAT, 2003.** Schéma directeur des ressources en eau, Wilaya de Biskra, Rapport de Synthèse, Phase II. p. 5-16, 50.
- Assal T.J., Anderson P.J., Sibold J., 2016.** Spatial and temporal trends of drought effects in a heterogeneous semi-arid forest ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 365: 137-151. doi: [10.1016/j.foreco.2016.01.017](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.01.017)
- Ballais J. L., 2005.** Les villes sahariennes et les ressources en eau. In: Côte M. (ed.). *La ville et le désert, le Bas-Sahara algérien*. Paris-Aix-en-Provence: Karthala-IREMAM, pp. 73-93.
- Bekheet S.A., El-Sharabasy S.F., 2015.** Date palm status and perspective in Egypt. In: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Dordrecht: Springer, pp. 75-123. doi: [10.1007/978-94-017-9694-1_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1_3)
- Boureboune L., Benazzou M.T., 2009.** Aeolian morphogenesis and strategy of fight against desertification in Algeria (Hodna and Zibans Basin). In: Marini A., Talbi M. (eds.). *Desertification and risk analysis using high and medium resolution satellite data*. Dordrecht: Springer, pp. 91-103. doi: [10.1007/978-1-4020-8937-4_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8937-4_8)
- Bouzaher S.L., Alkama D., 2013.** The requalification of the palm trees of Ziban as a tool for sustainable planning. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 102: 508-519. doi: [10.1016/j.sbspro.2013.10.767](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.767)
- Chander G., Markham B., 2003.** Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(11): 2674-2677. doi: [10.1109/TGRS.2003.818464](https://doi.org/10.1109/TGRS.2003.818464)
- Chander G., Markham B.L., Helder D.L., 2009.** Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 13(5): 893-903. doi: [10.1016/j.rse.2009.01.007](https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007)
- Chang W., 2013.** *R graphics cookbook*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Chasek P., Safriel U., Shikongo S., Fuhrman V.F., 2015.** Operationalizing zero net land degradation: The next stage in international efforts to combat desertification? *Journal of Arid Environments*, 112: 5-13. doi: [10.1016/j.jaridenv.2014.05.020](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.020)
- Cherif H., Marasco R., Rolli E. et al., 2015.** Oasis desert farming selects environment-specific date palm root endophytic communities and cultivable bacteria that promote resistance to drought. *Environmental Microbiology Reports*, 7(4): 668-678. doi: [10.1111/1758-2229.12304](https://doi.org/10.1111/1758-2229.12304)
- Dedkov V.P., Gunin P.D., 2014.** On the microclimate of natural oases of the extremely arid desert of the Transaltai Gobi. *Arid Ecosystems*, 4(4): 253-258. doi: [10.1134/S2079096114040039](https://doi.org/10.1134/S2079096114040039)
- Elsen E. van den, Jetten E., 2015.** Combatting desertification using a multidisciplinary approach. *Catena*, 128: 211-213. doi: [10.1016/j.catena.2014.10.001](https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.001)
- Gebauer J., Luedeling E., Hammer K., Nagieb M., Buerkert A., 2007.** Mountain oases in northern Oman: an environment for evolution and *in situ* conservation of plant genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(3): 465-481. doi: [10.1007/s10722-006-9205-2](https://doi.org/10.1007/s10722-006-9205-2)
- Gnacadjia L., 2015.** New challenges in science and policies to combat desertification. *Journal of Arid Environments*, 112: 1-4. doi: [10.1016/j.jaridenv.2014.10.010](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.10.010)
- Guezoul O., Chenchouni H., Sekour M., Ababsa L., Souttou K., Doumandji S., 2013.** An avifaunal survey of mesic manmade ecosystems "Oases" in Algerian hot-hyperarid lands. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(1): 37-43. doi: [10.1016/j.sjbs.2012.10.001](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.10.001)
- Hooke J., Sandercock P., 2012.** Use of vegetation to combat desertification and land degradation: Recommendations and guidelines for spatial strategies in Mediterranean lands. *Landscape and Urban Planning*, 107(4): 389-400. doi: [10.1016/j.landurbplan.2012.07.007](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.07.007)
- Howari F.M., Goodell P.C., 2009.** Characterization of salt-crust build-up and soil salinization in the United Arab Emirates by means of field and remote sensing techniques. In: Metternicht G., Zinck J.A. (eds.). *Remote sensing of soil salinization: Impact on land management*. Boca Raton: CRC Press, pp. 141-154.

- Idder M.A., Ighili H., Mitiche B., Chenchouni H., 2015.** Influence of date fruit biochemical characteristics on damage rates caused by the carob moth (*Ectomyelois ceratoniae*) in Saharan oases of Algeria. *Scientia Horticulturae*, 190: 57-63. [doi: 10.1016/j.scienta.2015.04.015](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.015)
- Jaradat A.A., 2015.** Biodiversity, genetic diversity, and genetic resources of date palm. In: Al-Khayri J.M. Jain S.M., Johnson D.V. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Dordrecht: Springer, p. 19-71. [doi: 10.1007/978-94-017-9694-1_2](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1_2)
- Jaradat A.A., 2016.** Genetic erosion of *Phoenix dactylifera* L.: Perceptible, probable, or possible. In: Ahuja M.R., Jain S.M. (eds.). *Genetic diversity and erosion in plants*. Dordrecht: Springer, p. 131-213. [doi: 10.1007/978-3-319-25954-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25954-3_4)
- Karnieli A., 1997.** Development and implementation of spectral crust index over dune sands. *International Journal of Remote Sensing*, 18(6): 1207-1220. [doi: 10.1080/014311697218368](https://doi.org/10.1080/014311697218368)
- Kawy W.A.M.A., El-Magd I.H.A., 2013.** Use of satellite data and GIS for assessing the agricultural potentiality of the soils South Farafra Oasis, Western Desert, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(7): 2299-2311. [doi: 10.1007/s12517-012-0518-5](https://doi.org/10.1007/s12517-012-0518-5)
- Khierallah H.S., Bader S.M., Ibrahim, K.M., Al-Jboory I.J., 2015.** Date palm status and perspective in Iraq. In: Al-Khayri J.M. Jain S. M., Johnson D.V. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Dordrecht: Springer, p. 97-152. [doi: 10.1007/978-94-017-9707-8_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9707-8_4)
- King C., Thomas D.S.G., 2014.** Monitoring environmental change and degradation in the irrigated oases of the Northern Sahara. *Journal of Arid Environments*, 103: 36-45. [doi: 10.1016/j.jaridenv.2013.12.009](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.12.009)
- Lal R., Safriel U., Boer B., 2012.** *Zero net land degradation: A new sustainable development goal for Rio+20*. Report prepared for the Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification. UNCCD.
- Lamchin M., Lee J.-Y., Lee W.-K., Lee E. J., Kim M., Lim C.-H., Choi H.-A., Kim S.-R., 2016.** Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia. *Advances in Space Research*, 57(1): 64-77. [doi: 10.1016/j.asr.2015.10.006](https://doi.org/10.1016/j.asr.2015.10.006)
- Liu S., Wang T., Kang W., David M., 2015.** Several challenges in monitoring and assessing desertification. *Environmental Earth Sciences*, 73(11): 7561-7570. [doi: 10.1007/s12665-014-3926-x](https://doi.org/10.1007/s12665-014-3926-x)
- Liu W., Liu M., 2001.** Reversing desertification with *Tamarix* in China. In: Pasternak D., Schlissel A. (eds.). *Combating desertification with plants*. Boston: Springer, pp. 301-313. [doi: 10.1007/978-1-4615-1327-8_29](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1327-8_29)
- Lu R. 2001.** Combating desertification with seabuckthorn. In: Pasternak D., Schlissel A. (eds.). *Combating desertification with plants*. Boston: Springer, pp. 291-299. [doi: 10.1007/978-1-4615-1327-8_28](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1327-8_28)
- Luedeling E., Buerkert A., 2008.** Typology of oases in northern Oman based on Landsat and SRTM imagery and geological survey data. *Remote Sensing of Environment*, 112(3): 1181-1195. [doi: 10.1016/j.rse.2007.08.007](https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.08.007)
- M'hamed R., 2005.** *Les risques écologiques en Algérie, quelle riposte*. Alger: APIC.
- Maman S., Blumberg D.G., Tsoar H., Mamedov B., Porat N., 2011.** The Central Asian ergs: A study by remote sensing and geographic information systems. *Aeolian Research*, 3(3): 353-366. [doi: 10.1016/j.aeolia.2011.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2011.09.001)
- MATE, 2002.** *Plan National d'Actions pour l'Environnement et le développement durable* (PNAE-DD).
- Melouhi M.S., 2006.** Lutte contre la désertification en Algérie : «de l'expérience à l'action». Communication at the Conference *La lutte contre la désertification et l'impératif international de politique de soutien*, 17-19 décembre 2006, pp. 97-99.
- Mihi A., 2018.** *Etude écologique et cartographique de l'écosystème oasien par l'outil SIG et Télédétection : cas de l'oasis de Biskra, Algérie sud*. Université Ferhat Abbas Sétif 1. Thèse en Sciences biologiques.
- Mihi A., Nacer T., Chenchouni H., 2019.** Monitoring dynamics of date palm plantations from 1984 to 2013 using landsat time-series in sahara desert oases of Algeria. In: El-Askary H., Lee S., Heggy E., Pradhan B. (eds.) *Advances in remote sensing and geo informatics applications*. Cham: Springer, p. 225-228. [doi: 10.1007/978-3-030-01440-7_52](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01440-7_52)
- Mihi A., Tarai N., Chenchouni H., 2017.** Can palm date plantations and oasisification be used as a proxy to fight sustainably against desertification and sand encroachment in hot drylands? *Ecological Indicators*, 105: 365-375. [doi: 10.1016/j.ecolind.2017.11.027](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.027)
- Mubiru R., 2001.** Combating desertification with trees. In: Pasternak D., Schlissel A. (eds.). *Combating desertification with plants*. Boston: Springer, pp. 419-426. [doi: 10.1007/978-1-4615-1327-8_40](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1327-8_40)
- Nahal I., 2004.** *La désertification dans le monde: Causes-processus-conséquences-lutte*. Paris: L'Harmattan.
- Nater E., Duchrow A., Sorensen L., 2008.** *Desertification: coping with today s global challenges in the context of the Strategy of the United Nations Convention to Combat Desertification*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit.
- Neffar S., Chenchouni H., Beddiar A. et al., 2013.** Rehabilitation of degraded rangeland in drylands by Prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations: effect on soil and spontaneous vegetation. *Ecologia*

Balkanika, 5(2): 63-76.

- ONU, 1994.** *Convention de lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique.*
- Ouadah N. (ed.), 2007.** *Guide éducatif pour l'enseignant, Kit pédagogique sur l'environnement dans les zones arides.* Pont-Évêque: Nature Vivante.
- Pinheiro J., Bates D., DebRoy S. et al., 2015.** *Nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-120.* <http://cran.r-project.org/package=nlme>
- Ramade F., 2005.** *Éléments d'Écologie, Écologie appliquée: cours. Licence. Master.* Paris: Dunod.
- Ramade F., 2008.** *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité.* Paris: Dunod.
- Reynolds J. F., Smith D. M. S., Lambin E. F. et al., 2007.** Global desertification: building a science for dryland development. *Science*, 316(5826): 847-851. [doi: 10.1126/science.1131634](https://doi.org/10.1126/science.1131634)
- Rouse J.W., Haas R.W., Schell J.A. et al., 1974.** *Monitoring the vernal advancement and retrogradation (Greenwave effect) of natural vegetation.* Greenbelt: NASA/GSFC.
- Salah M.B., 2015.** Date palm status and perspective in Sub-Saharan African Countries: Burkina Faso, Chad, Ethiopia, Mali, Senegal, and Somalia. In: Al-Khayri J., Jain S., Johnson D. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Vol. 1. *Africa and the Americas*. Dordrecht: Springer, p. 369-386. [doi: 10.1007/978-94-017-9694-1_10](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1_10)
- Sedra M.H., 2015.** Date palm status and perspective in Morocco. In: Al-Khayri J., Jain S., Johnson D. (eds.). *Date palm genetic resources and utilization*. Vol. 1. *Africa and the Americas*. Dordrecht: Springer, p. 257-323. [doi: 10.1007/978-94-017-9694-1_8](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9694-1_8)
- Shanzhong Q., Xiaoyu L., 2010.** Effect of population pressure on oasis agriculture (1984-2003) in Jinta Oasis, arid Northwestern China. *The Environmentalist*, 30(2): 131-132. [doi: 10.1007/s10669-009-9252-2](https://doi.org/10.1007/s10669-009-9252-2)
- Siddiq E. A., 2000.** Discours-programme: Causes et conséquences de la désertification sur la gestion des ressources en eau dans les zones arides. In: *Actes du Séminaire International sur la Lutte contre la Désertification. Ressources en eau douce et réhabilitation des terres dégradées dans les zones arides.* N'Djamena Tchad, 30 octobre - 4 novembre 2000.
- Tengberg M., 2014.** Date palm: Origins and development. In: Smith C. (ed.). *Encyclopedia of global archaeology*. New York: Springer, 2033-2035. [doi: 10.1007/978-1-4419-0465-2_2175](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_2175)
- Tripathi N.K., Rai B.K., Dwivedi P., 1997.** Spatial modeling of soil alkalinity in GIS environment using IRS data. In: *The 18th Asian Conference on Remote Sensing, Kuala Lumpur, 20-24 October 1997.*
- UNCCD, 2008.** *Human rights and desertification, exploring the Complementarity of International Human Rights law and the United nations Convention to Combat Desertification.*
- Vicente-Serrano S.M., Pérez-Cabello F., Lasanta T., 2008.** Assessment of radiometric correction techniques in analyzing vegetation variability and change using time series of Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, 112(10): 3916-3934. [doi: 10.1016/j.rse.2008.06.011](https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.06.011)
- Wang X. 2013.** Sandy desertification: borne on the wind. *Chinese Science Bulletin*, 58(20): 2395-2403. [doi: 10.1007/s11434-013-5771-9](https://doi.org/10.1007/s11434-013-5771-9)
- Wang Y., Li Y., Xiao D. 2008.** Catchment scale spatial variability of soil salt content in agricultural oasis, Northwest China. *Environmental Geology*, 56(2): 439-446. [doi: 10.1007/s00254-007-1181-0](https://doi.org/10.1007/s00254-007-1181-0)
- Wilson E.H., Sader S.A. 2002.** Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80(3): 385-396. [doi: 10.1016/S0034-4257\(01\)00318-2](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00318-2)
- Xie Y., Wang G., Wang X., 2015.** Spatio-temporal process of oasisification in the middle-Heihe River basin during 1368–1949 AD, China. *Environmental Earth Sciences*, 73(4): 1663-1678. [doi: 10.1007/s12665-014-3519-8](https://doi.org/10.1007/s12665-014-3519-8)
- Yaish M. W., Kumar P. P., 2015.** Salt tolerance research in date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.), past, present, and future perspectives. *Frontiers in plant science*, 6: 348. [doi: 10.3389/fpls.2015.00348](https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00348)
- Zhou, X., Wan, L., Fang, B., Cao W.B., Wu S.J., Hu F.S., Feng W.D., 2004.** Soil moisture potential and water content in the unsaturated zone within the arid Ejina Oasis in Northwest China. *Environmental Geology*, 46(6-7): 831-839. [doi: 10.1007/s00254-004-1068-2](https://doi.org/10.1007/s00254-004-1068-2)

Rotting fungi of pomegranate fruit from southern Italy

Symptoms, fungal characterization, and pathogenicity

Annamaria Mincuzzi, Antonio Ippolito, Simona Marianna Sanzani

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi Aldo Moro, Bari (Italy)

Abstract. Pomegranate (*Punica granatum* L.) is an increasingly important crop in Apulia region (southern Italy), where most of the Italian production occurs. The main yield problem is related to postharvest losses caused by fungi. The present research was conducted using fruit of various cultivars (Acco, Mollar de Elche, Wonderful, and Wonderful One), from local markets, orchards, and packinghouses. Four new postharvest fungal pathogens of pomegranate fruit were identified: *Pilidiella granati*, *Cytospora punicae*, *Talaromyces albiverticillius*, and *Colletotrichum acutatum* s.s.. The last fungus caused anthracnose, whereas the three others rots with characteristic symptoms. The macro- and micro-morphological traits and the molecular characterization of the pathogens allowed the species identification. Koch's postulates supported the pathogenicity of these fungi. They might represent a serious threat for this promising crop.

Keywords. Pomegranate - *Pilidiella* - *Cytospora* - *Talaromyces* - *Colletotrichum*.

Champignons pourris de la grenade de Sud de l'Italie. Symptômes, caractérisation fongique et pouvoir pathogène

Résumé. La grenade (*Punica granatum* L.) est une culture de plus en plus importante dans les Pouilles, où l'essentiel de la production italienne est produite. Le principal problème de rendement est lié aux pertes post-récolte causées par les champignons. La présente recherche a été menée à partir de fruits de divers cultivars (Akko, Mollar de Elche, Wonderful et Wonderful One), de marchés locaux, de vergers et d'ateliers de conditionnement situés dans le sud de l'Italie. Quatre nouveaux agents pathogènes fongiques post-récolte des fruits de la grenade ont été identifiés: *Pilidiella granati*, *Cytospora punicae*, *Talaromyces albiverticillius* et *Colletotrichum acutatum* ss. Les traits macro- et micro-morphologiques et la caractérisation moléculaire des agents pathogènes ont permis l'identification de l'espèce. Les postulats de Koch soutenaient la pathogénicité de ces champignons. Ils pourraient représenter une menace sérieuse pour cette culture prometteuse..

Mots-clés. Grenade - *Pilidiella* - *Cytospora* - *Talaromyces* - *Colletotrichum*.

I - Introduction

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is an increasingly important crop in Apulia, where most of the Italian production occurs. The main yield problem is related to postharvest losses caused by fungi; indeed, in optimal conditions, pomegranates are stored for up to 6 months (Arendse, 2014). Fruit are placed in micro-perforated plastic bags, one-layer arranged in carton or plastic boxes and stored at 7±1°C, 90-95% RH. In local markets, orchards, and packinghouses of southern Italy, fruit of various cultivars (Wonderful, Wonderful One, Mollar de Elche, and Acco) exhibiting peculiar symptoms have been noticed: three different rots and an anthracnose. Twenty-six percent of stored pomegranate fruit showed circular brownish-yellow lesions, beginning in the crown area and quickly expanding to the entire fruit, with softening of the tissues including arils. In another 5% of fruit, circular creamy-brownish lesions, centrally darker, with tissue softening, were observed. Finally, on 18% of fruit 'Wonderful one', circular brownish lesions on the rind were detected, eventually covered by a greenish sporification present also on stamens. This last soft rotting, originating from wounds, without nesting or connection with stamen colonization, was characteristic of *Penicillium sensu lato* species. Anthracnose symptoms, typical of *Colletotrichum* species, were observed on 11% of cold-stored

pomegranate fruit cv. Wonderful coming from an Apulian packinghouse. They consisted of circular, concentric, and brown lesions with darker spots. Increasing in diameter, those soft sunken injuries merged and white mycelium and black acervuli grew on them. The aim of this study was to identify the causal agents of these postharvest diseases.

II - Materials and methods

Symptomatic pomegranate fruit were surface-sterilized by 2-min dipping in a 2% sodium hypochlorite solution and 70% ethanol spraying, rinsed in sterile water for 1 min, and air-dried. Marginal rotted tissue fragments were aseptically plated on semi-selective PDA amended with 250 mg L⁻¹ of streptomycin and 250 mg L⁻¹ of ampicillin, and incubated at 24±1°C in the dark. Mono-conidial colonies were sub-cultured on PDA or MEA. Initially, fungal isolates were morphologically identified according to Barnett and Hunter (1999). Species identification was confirmed by sequencing DNA barcoding regions. DNA was extracted from mycelium by Plant/Fungi DNA Isolation Kit according to the manufacturer's recommendations (Norgen, Thorold, ON, Canada). PCR reactions were performed in a 50 µL volume containing 50 ng of DNA, 10 µM of each primer, and 1× Master Mix (EmeraldAmp PCR Master Mix, Takara, Clontech, USA), using a T100 Thermal Cycler (Bio-Rad, Hercules, CA, USA). The 5.8S nuclear ribosomal gene with the two flanking internal transcribed spacers (ITS), an intron of the glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH), and partial sequences of actin (ACT) and glutamine synthetase (GS) genes were amplified using the primer pairs ITS5/4 (White *et al.*, 1990), GDF1/GDR1 (Guerber *et al.*, 2003), ACT-512F/ACT-783R (Carbone & Kohn, 1999) and GSF1/GSR1 (Stephenson *et al.*, 1997), respectively. Amplification of the β-tubulin gene (TUB2) was performed with primers Bt2a and Bt2b (Glass & Donaldson, 1995). Amplification products were sequenced by MacroGen Europe (Amsterdam, The Netherlands) and the sequences were deposited in GenBank. For pathogenicity tests, surface-sterilized fruit of two cultivars were wounded with a cork-borer (5 mm Ø) at two opposite sides along the equatorial axis and inoculated with mycelial plugs. Sterile plugs were used as controls. Fruit were incubated in the dark at 24-28°C and high relative humidity for 5-14 days.

III - Results and discussion

Colonies obtained from the first type of dry rot were white to creamy, leathery, and covered by abundant dark-greenish-brown to black spherical pycnidia (80-140 µm Ø) with thin membranous walls. Hyphae were septate, and conidia hyaline, one-celled, 10-17.5×2-5 µm, ellipsoid to fusiform, straight or slightly curved. These characteristics corresponded to *Pilidiella granati* (Saccardo) (Berlese & Voglino, 1886). The other soft-rotted tissues originated whitish colonies, turning olive green and dark brown at maturity, were covered by globose dark brown pycnidia (200-250 µm Ø). Conidia were 4-6×1-2 µm in size, allantoid, hyaline, and aseptate. These morphological features identified the fungus as *Cytospora punicae* (Saccardo, 1884). Finally, the last colonies were velvety and 25-28 mm in size after 7 days at 24°C. The 3-8 acerose phialides (8-13×2-3 µm) were slender aculeate or lanceolate, highlighting the symmetrical, biverticillate conidiophores; interlaced hyphae constituted the layers of the typical soft ascomatal wall; mature asci were chain-like. Pinkish-white conidia, from globose to sub-globose, measured 2-4×1.5-2.5 µm. The divergent metulae (8-13×1.5-4.5 µm, each) were 3-8. Stipes were 200-400×2.5-4 µm with a smooth surface. These traits, together with the production of red soluble pigments, identified the pathogen as *Talaromyces albobiverticillius* Samson *et al.* (Yilmaz *et al.*, 2014). *Colletotrichum* sp. colonies were fluffy, initially whitish with a salmon-greyish reverse, then peachy-pink and covered by salmon conidial masses. Single elliptical-fusiform conidia measured 8.47-14.05×3.07-5.37 µm. These characteristics corresponded to *C. acutatum sensu stricto* (s.s.) Simmonds (Damm *et al.*, 2012). The identification of *T. albobiverticillius* (M49-1 strain) was confirmed by sequencing of a portion of β-tubulin gene. The amplicon (accession No. KY563698) showed 100% identity with other sequences deposited in the GenBank. *P. granati* (strain M0_C2) and *C. punicae* (M76-Bn) identities were confirmed by

sequencing ITS region. The 506 (accession No. KU821701) and 606 (accession No. KY496629) bp amplicons proved 100% identical to reference strains. Finally, a multilocus approach (using primer pairs ITS5/4, ACT512F/783R, Bt2a/2b, GDF1/R1, and GSF1/R1) confirmed the identification of M146-2 as *C. acutatum sensu stricto*. The related amplicons (accession Nos.: MF581923, MF581920, MF581919, MF581921, and MF581922) were 100% identical to reference sequences. For pathogenicity assays *T. albobiverticillius* and *C. punicae* were tested on cvs Acco and Wonderful One, *P. granati* on cvs Wonderful and Mollar de Elche, and *C. acutatum* on cvs Acco and Wonderful fruit. The typical symptoms of each disease developed only on the inoculated fruits and each re-isolated fungus corresponded to the tested causal agent, fulfilling Koch's postulates. *P. granati* has been already reported as postharvest rot agent of pomegranate in Spain (Palou *et al.*, 2010). *T. albobiverticillius* has never been reported on pomegranate fruit; however, being mistaken with a *Penicillium sensu stricto*, its actual incidence might have been underestimated (Samson *et al.*, 2011). *C. punicae* has been reported as a rot agent of pomegranate fruit in South Africa (Venter *et al.*, 2017). Finally, although *Colletotrichum* has already been reported on pomegranate fruit (Thomidis and Exadaktylou, 2011), its identification at species level (as *C. gloeosporioides*) was probably inaccurate since not relying on a multilocus approach. As such our study identify the antrachnose causal agent as *C. acutatum* s.s. within *C. acutatum* "complex" that includes some phylogenetically closely related species.

IV - Conclusions

In this study, *P. granati*, *T. albobiverticillius*, *C. punicae*, and *C. acutatum* s.s. were identified for the first time as causal agents of postharvest rots of *P. granatum* fruit in southern Italy. *P. granati* and *C. punicae* might infect both the pomegranate shrub and fruit, so they might represent a serious threat both in the field and in postharvest. These pathogens together with *T. albobiverticillius* and *C. acutatum* s.s. deserve attention since may cause an important economic loss on a product with high added value. Overall, fruit of cv. Acco proved to be the most susceptible; on these fruits the lesions were doubled compared to cv. Wonderful One.

References

- Arendse E., 2014. *Determining optimum storage conditions for pomegranate fruit (cv. Wonderful)*. Thesis (MScFoodSc). Stellenbosch University. <http://hdl.handle.net/10019.1/86523>
- Barnett H.L., Hunter B.B., 1999. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Berlese A.N., Voglino P., 1886. *Macrophoma granati* (Sacc.) Berl. & Voglino. *Atti Società Veneto-Trentina di Scienze naturali*, 10(1):197.
- Carbone I., Kohn L.M., 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*, 91(3): 553–556. doi: [10.2307/3761358](https://doi.org/10.2307/3761358)
- Damm U., Cannon P.F., Woudenberg J.H., Crous P.W., 2012. The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*, 73(1): 37-113. doi: [10.3114/sim0010](https://doi.org/10.3114/sim0010)
- Glass N.L., Donaldson G.C., 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(4): 1323-1330.
- Guerber J. C., Liu B., Correll J. C., Johnston P. R., 2003. Characterization of diversity in *Colletotrichum acutatum sensu lato* by sequence analysis of two gene introns, mtDNA and intron RFLPs, and mating compatibility. *Mycologia*, 95: 872-895. doi: [10.2307/3762016](https://doi.org/10.2307/3762016)
- Palou L., Guardado A., Montesinos-Herrero C., 2010. First report of *Penicillium* spp. and *Pilidiella granati* causing postharvest fruit rot of pomegranate in Spain. *New Disease Reports*, 22: 21. doi: [10.5197/j.2044-0588.2010.022.021](https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2010.022.021)
- Saccardo P. A., 1884. *Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum*. vol. 3. *Sylloge Sphaeropsidearum et Melanconiearum*. Patavii: Typis Seminarii, p. 256.
- Samson R.A., Yilmaz N., Houburken J., Spierenburg H., Seifert K.A., Peterson S.W., Varga J., Frisvad J.C., 2011. Phylogeny and nomenclature of the genus *Talaromyces* and taxa accommodated in *Penicillium* subgenus *Biverticillium*. *Studies in Mycology*, 70: 159-183. doi: [10.3114/sim.2011.70.04](https://doi.org/10.3114/sim.2011.70.04)

- Stephenson S.A., Green J.R., Manners J.M., Maclean D.J., 1997.** Cloning and characterisation of glutamine synthetase from *Colletotrichum gloeosporioides* and demonstration of elevated expression during pathogenesis on *Stylosanthes guianensis*. *Current Genetics*, 31: 447-454. doi: [10.1007/s002940050228](https://doi.org/10.1007/s002940050228)
- Thomidis T., Exadaktylou E., 2011.** Occurrence of a fruit spot disease of pomegranates caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in the prefecture of Komotini, Greece. *Plant Disease*, 95(7): 872. doi: [10.1094/PDIS-04-11-0294](https://doi.org/10.1094/PDIS-04-11-0294)
- Venter E., Lennox C.L., Meitz-Hopkins J.C., 2017.** First report of *Cytospora punicae* causing post-harvest fruit rot on pomegranate in South Africa. *Plant Disease*, 101(4): 631. doi: [10.1094/PDIS-08-16-1157-PDN](https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1157-PDN)
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J.W., 1990.** Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds). *PCR protocols: A guide to methods and applications*. London: Academic Press, pp. 315-322.
- Yilmaz N., Visagie C.M., Houbraken J., Frisvad J. C., Samson R. A., 2014.** Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. *Studies in Mycology*, 78: 175-341. doi: [10.1016/j.simyco.2014.08.001](https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.08.001)

Evaluation des facteurs structurels d'insécurité alimentaire pour une bonne gouvernance au Maroc: Cas du blé tendre

Kawtar Rerhrhaye

Institut Agronomique et Vétérinaire (IAV) Hassan II de Rabat (Morocco)

Conférencier et auteur correspondant: [krexhrhaye@gmail.com](mailto:krerhrhaye@gmail.com)

Résumé. Aujourd'hui, compte tenu de la forte fluctuation des cours mondiaux des blés et les menaces prévues sur les marchés d'importation à l'horizon 2030, la question alimentaire au Maroc se pose en termes de vulnérabilité et devient désormais un enjeu politique. Selon les projections établies par les institutions internationales (FIDA, BM, FAO), le pays pourrait être confronté à un double risque. Il s'agit d'une part, du risque lié aux quantités limitées mises en vente par les principaux pays exportateurs et, d'autre part, une probabilité d'un nouveau choc des cours pour l'accès aux marchés d'importation des blés. Face à ce constat, notre objectif consiste à évaluer les facteurs structurels aggravant la vulnérabilité alimentaire du pays dans les années à venir. En s'inspirant d'un modèle économétrique, le recours aux marchés d'importation des blés au Maroc varie en fonction de l'offre nationale, la croissance démographique, le revenu par habitant, la disponibilité des ressources en eau et en terre. A travers la méthode « Régression Linéaire à Variables Multiples », nous identifions le facteur déterminant, les axes d'intervention de l'Etat pour une bonne gouvernance de sécurité alimentaire, en particulier le blé tendre (aliment stratégique en alimentation des céréales). Les données nécessaires à l'analyse ont été collectées à travers des entretiens menés auprès des responsables techniques et politiques liés à la filière dudit produit. D'après nos résultats d'évaluation, si la population augmente de 1%, le Taux de Dépendance aux Importations (TDI%) évolue de 1,32%. Par contre, toute augmentation de 1% de la production ou du revenu per capita pourrait se traduire par une baisse du TDI% respectivement de 0,45% à 0,56%. Enfin, pour une efficacité du choix politique, l'accroissement de la productivité en zones Bour, à travers des programmes de Recherche-Développement (R.D) appropriés, constitue l'un des facteurs déterminants pour réduire la vulnérabilité, améliorer les revenus des agriculteurs et renforcer par conséquent, la sécurité alimentaire en blé tendre.

Mots clés: Gouvernance – Sécurité alimentaire - Blé tendre – Politique alimentaire – Productivité.

I - Introduction

Stratégique en sécurité alimentaire, le blé tendre a toujours bénéficié d'une intervention massive des pouvoirs publics. Toutefois, malgré l'effort constant accordé par les politiques de développement, le pays n'assure que partiellement la couverture de ses besoins en consommation intérieure (Rerhrhaye et Ait El Mekki, 2017a). Pour pallier le déficit structurel de la production nationale, le recours aux importations constitue l'un des facteurs clé stabilisant l'offre alimentaire, mais accroît le déficit de la balance commerciale et engendre des coûts budgétaires assez élevés (Rerhrhaye et Ait El Mekki, 2017b). Aujourd'hui, face aux menaces¹ prévues à l'an 2030 sur les marchés internationaux (en termes des prix et quantités des blés), ce choix politique a atteint ses limites (FIDA *et al.*, 2009). Pour une bonne gouvernance, l'Etat devrait mobiliser des politiques structurelles susceptibles d'accroître la productivité nationale du blé tendre et réduire par conséquent, la vulnérabilité alimentaire² dans les années à venir. Etant un enjeu politique, quel est le facteur structurel déterminant que l'Etat devrait prendre en considération dans le processus de prise de décision pour assurer une durabilité alimentaire en matière du blé tendre ?

II - Matériaux et méthodes

En s'inspirant du modèle économétrique établi par les institutions internationales (FIDA *et al.*, 2009), la demande des blés au Maroc varie en fonction de la croissance démographique, les revenus par habitant, les ressources en eau, les ressources en terre et la production nationale. Pour tester ce résultat, nous évaluons, à l'aide du modèle Régression Linéaire à Variables Multiples, la vulnérabilité alimentaire en fonction de l'ensemble de ces variables exogènes. Le but est de déterminer le facteur structurel accentuant la dépendance du pays vis-à-vis des importations des blés particulièrement, le blé tendre. En se basant sur une série chronologique (série temporelle) oscillante entre la période 1980-2016, on applique la fonction suivante :

$$\ln(TDI\%) = a_0 + a_1\text{Log}(\text{Ressource en eau}) + a_2\text{Log}(\text{Ressources en terre}) + a_3\text{Log}(\text{Production}) + a_4\text{Log}(\text{Croissance démographique}) + a_5\text{Log}(\text{Revenu par habitant})$$

La collecte des données ainsi que le recueil des informations a été réalisé à travers des entretiens effectués sur terrain auprès des structures publiques liées à la filière du blé tendre. Toutefois, les données pluviométriques interannuelles et les apports en eau (m³) ont été tirées des bulletins et des archives du Ministère Délégué Chargé de l'Eau (MDCE) et de la Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA). Des séries chronologiques relatives aux superficies, production de blé tendre ont été extraites des archives et bulletins de statistiques agricoles du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM) et de L'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA). Quant aux données portant sur les importations, le bilan alimentaire, les besoins de consommation, la croissance démographique, le revenu par habitant, elles sont extraites des bulletins de l'Office des changes, l'Office National Interprofessionnel des Céréales et des Légumineuses (ONICL), l'Agence de Développement Agricole (ADA) et le Haut-Commissariat au Plan (HCP). Les calculs statistiques, les tests d'estimation et d'évaluation des paramètres et variables ont été réalisés à l'aide d'un logiciel « EvIEWS ». Pour apprécier la contribution de bonne gouvernance à la sécurité alimentaire de blé tendre, nos résultats escomptés peuvent être structurés comme suit (Tableau 1).

Tableau 1. Les résultats escomptés de la recherche en gouvernance de sécurité alimentaire

Mécanismes de bonne gouvernance		Résultats escomptés en sécurité alimentaire
Système d'évaluation	Vision stratégique de l'Etat ³	Répondre à la demande potentielle en blé tendre
	Efficacité d'intervention de l'Etat ⁴	Accroître la productivité en blé tendre et améliorer les revenus des agriculteurs
	Efficience du Choix politique ⁵	Rendre le marché du blé tendre plus compétitif et réduire les coûts budgétaires engendrés par la politique de sécurité alimentaire.

L'analyse du choix politique pour la sécurité alimentaire en blé tendre, à travers les mécanismes de bonne gouvernance a pour but d'atteindre les finalités suivantes :

- Disposer d'un système d'évaluation atténuant les menaces et risques potentiels d'insécurité alimentaires
- Réorienter le choix vers les enjeux politiques en sécurité alimentaire
- Rendre ce choix politique plus efficient.

III - Résultats et discussions

Pour une stabilité alimentaire en blé tendre, les gains de productivité, l'expansion des terres arables et la valorisation des ressources en eau constitueraient les facteurs déterminants au Maroc, entraînant par conséquent, une baisse significative de la vulnérabilité alimentaire (FIDA *et al.*, 2009 ; Rerhrhaye, 2018). En termes de quantité, si la production augmente de 1%, la dépendance aux importations baisse de 0,49% (Tableau 2). Néanmoins, quel que soit le niveau de la quantité produite localement, les importateurs s'orientent vers les marchés internationaux en raison de la qualité supérieure du blé importé et des subventions (système de restitution aux importations du blé tendre) mobilisées par l'Etat (Lemeilleur S., 2009; ADA, 2014; Rerhrhaye, 2018).

Tableau 2. Evaluation de la vulnérabilité alimentaire en fonction de la croissance démographique, le revenu par habitant, l'offre nationale, les ressources en eau et en terre entre 1980-2016.

Source : Elaboré par l'auteur (Rerhrhaye, 2018)

La variable dépendante : LOG (TDI%)				
Nombre d'observation : 36 ans				
Période : 1980-2016				
Variables exogènes	Coefficient	Erreur	Test Student	Probabilité
LOG (Croissance démographique)	1.417807	0.907161	1.562905	0.1323
LOG (Production)	-0.493895	0.074802	-6.602722	0.0000
LOG (Ressources en Eau)	0.043818	0.066869	0.655286	0.5191
LOG (Ressources en Terre)	0.016536	0.259028	0.063840	0.9497
LOG (Revenu par hab.)	-0.601458	0.224705	-2.676653	0.0138
Constante	-16.13756	11.50994	-1.402055	0.1749
Fisher-Statistique	17.74771			
Probabilité (Test de Fisher)	0.000000			

**Absence de multicollinéarité: toutes les variables de prévision du modèle sont testées; elles ne sont pas corrélées entre eux.*

Au Maroc, la croissance démographique représente le principal facteur d'accentuation des importations du blé tendre, tandis que la croissance du revenu joue un rôle moins important. En effet, si la population augmente de 1%, le TDI pourrait augmenter près de 1.42%, d'autant plus que la demande évolue en fonction de l'évolution de la croissance démographique (Tableau 2). En revanche, quel que soit l'évolution croissante de la population, la demande en blé tendre varie en fonction des préférences alimentaires (Rerhrhaye, 2018). Selon les résultats d'enquête effectuée par le HCP (2016), le coefficient budgétaire consacré à la consommation de l'ensemble des céréales (particulièrement le blé tendre) suit une tendance baissière au détriment des viandes, en particulier en zone urbaine (55% de la population totale). En effet, si la consommation des céréales par kg/tête/an a marqué une baisse de (-0,1%) entre 2001-2014 passant de 210,4 Kg/tête/an à près de 185 Kg/tête/an, celle des viandes a enregistré par contre une hausse +60,9% au cours de la même période (HCP, 2016).

Face à ce constat, on peut déduire que le facteur revenu par habitant présente également une relation significative avec le TDI% à travers une élasticité estimée à -0,6% (Tableau 2). Ce résultat montre que plus le revenu augmente, moins élevée sera la dépendance envers les importations du blé tendre (Tableau 2). Néanmoins, en dépit de son importance, le revenu par habitant ne reflète jamais le vrai comportement du consommateur. Selon l'ONDH (2015), seul la

dépense par personne ou par ménage qui permet de mesurer en quelques sortes les inégalités des dépenses (consacrées à la consommation) et ce, entre les différentes couches sociales. Autrement dit, l'analyse de la dépense par quantile nous permet d'analyser le seuil de la pauvreté.

Suite aux résultats de la dernière enquête effectuée par le HCP (2016), si la Dépense Annuelle Moyenne par Personne (DAMP) a enregistré certes une croissance de 42% entre 2007-2014, plus des deux tiers des ménages réalisent moins de la moyenne, tant au niveau national (68,6%), qu'en milieu urbain (67,7%) et en milieu rural (66,9%) l'ONDH (2015). Ces inégalités sont plus prononcées lorsque le raisonnement porte sur les dépenses annuelles par personne, soit 70,9% au niveau national ont une DAMP inférieure à la moyenne, particulièrement en milieu urbain, soit 70,4% contre 66,5% en milieu rural (ONDH, 2015). En fait, si la DAMP est de 19267 DH en moyenne au niveau national en 2012, celle-ci ne représente que 22% en moyenne pour les ménages du premier décile (le plus bas), alors qu'elle en représente 358% pour ceux du dernier décile (le plus haut) (ONDH, 2015). Ces derniers représentent la majorité des consommateurs nets (pratiquant une agriculture vivrière et non des commerçants) en céréales (dont 60% en blé tendre) (DPAE, 2007) dont le revenu et le pouvoir d'achat ne cesse de se dégrader au fil des années (ONDH, 2015).

Pour améliorer le revenu, le pouvoir d'achat des petits agriculteurs, freiner le taux d'exode rurale, augmenter l'offre nationale en termes de quantité et qualité marchande et réduire en effet la vulnérabilité alimentaire, l'Etat devrait réorienter son choix politique vers l'accroissement de la productivité du blé tendre, particulièrement en zone Bour dans la mesure où 93% de la superficie totale du blé tendre est cultivés zone Bour. (Ait Houssa *et al.*, 2016; Rerhrhaye, 2018). Tributaire de la pluviométrie, la faible productivité dans ladite zone demeure inhérente à l'aridité du climat. Toutefois, la réalité climatique en zone aride et semi-aride, bien qu'elle soit une véritable contrainte à la productivité, elle n'exclut pas le renforcement des techniques alternatives contre les effets de la sécheresse (Rerhrhaye, 2018).

En termes de quantité, toute politique visant l'amélioration de la productivité devrait être encouragée à travers des activités de recherche-développement qui peuvent concerner notamment le semis direct, la fertilisation (Ait Houssa *et al.*, 2016). Pour une productivité durable, c'est incontestablement dans les zones agro-climatiques arides que les progrès sont difficiles à réaliser, ce qui exige des efforts d'investissement plus consistants et à long terme. Facteur de stabilisation de l'offre nationale, la superficie de blé tendre située en zone irriguée ne représente que 7% de la superficie totale du blé tendre (2Mha), mais avec des rendements allant jusqu'à 40qx/ha en 2017, contre 15qx/ha en zone Bour au cours de la même année (MAPM, 2018). Confronté à une pénurie d'eau à l'horizon 2030, l'Etat devrait revoir sa politique de l'eau surtout que les fournitures d'eau à l'irrigation pour la production du blé tendre sont estimées de près de 3000m³/ha (Balaghi *et al.*, 2012; Balaghi, 2014; DIAEA, 2016; MDCE, 2016). Au-delà des ressources en eau, s'ajoute la faible extension des terres arables (FIDA *et al.*, 2009). Selon l'IFPRI (2012), les terres arables au Maroc n'ont augmenté que de 1,7% par an entre 1995 et 2005 contre 2,3% à l'échelle mondiale. Dans ce contexte, l'Etat devrait investir le plus dans les projets en termes de réhabilitation des terres arables, susceptibles d'être emblavées en céréales (blé tendre). En termes de qualité, il faudrait renforcer la recherche variétale en l'adaptant aux besoins de la minoterie industrielle et de la boulangerie qui deviennent aujourd'hui les opérateurs clés de la filière du blé tendre (DPAE, 2007; Rerhrhaye, 2018).

Enfin pour une bonne gouvernance de sécurité alimentaire en blé tendre, l'ensemble des facteurs exogènes analysés en-dessus devraient être pris en considération dans le processus de prise de décision. Etant un facteur déterminant, l'Etat devrait réorienter son choix politique vers la productivité, à travers la RD et l'extension des terres arables, tout en visant les Zones arides et semi-arides susceptibles d'améliorer la situation des petits agriculteurs (en termes d'accès et disponibilité en blé tendre) (Rerhrhaye, 2018). Un tel programme de Recherche-Développement devrait impliquer toutes les institutions de recherche et de conseil agricoles

dans le cadre du contrat-programme céréaliier en vue de concevoir et de diffuser des paquets technologiques appropriés.

IV - Conclusions

Au Maroc, si l'ensemble des mesures adoptées par l'Etat depuis les années 1970 ont permis de freiner en quelque sorte la dégradation du taux de couverture de la consommation, le pays n'a pas réussi à réduire sa forte dépendance aux importations, particulièrement en blé tendre (Akesbi, 2011; Akesbi, 2016; OC, 2016). Suite à la forte volatilité des cours internationaux (depuis la crise de 2007-2008), les changements des habitudes alimentaires (baisse consécutive aussi bien de la consommation céréalière que des dépenses y consacrées), les faibles pouvoirs d'achat (inégalité des dépenses par quantile), la tendance baissière de l'offre potentielle en blé tendre (la pénurie d'eau prévue à l'horizon 2030, accélérée par les changements climatiques et faible extension des terres pourrait constituer un handicap pour l'accroissement continu de la production du blé tendre), sont autant de facteurs structurels que l'Etat n'avait pris en considération dans le processus de prise de décision, en l'occurrence dans le cadre du Plan Maroc Vert (Rerhrhay, 2018).

Face à ce constat, l'Etat ne dispose encore d'une culture de l'évaluation ; un système d'évaluation capable d'asseoir une vision stratégique face aux menaces et risques d'insécurité alimentaire, puisque son choix politique en sécurité alimentaire, en particulier le blé tendre, demeure inefficace (Rerhrhay et Ait el Mekki, 2017b). En termes de disponibilité, l'ensemble des subventions et primes accordées à la production n'avaient pas d'effet incitateur souhaité et la difficulté exprimée par les agriculteurs pour adopter les itinéraires et paquets technologiques montre l'inefficacité du système d'encadrement technique des exploitations agricoles (SONACOS, 2016; Rerhrhay, 2018). En termes d'accès, malgré la baisse consécutive des contingents subventionnés de la Farine Nationale de Blé Tendre (FNBT) (passant de 10 MT en 2007, et 8MT en 2015 à près de 6,5 MT en 2017), les coûts budgétaires s'élèvent à près de 3 Milliards de dirhams en moyenne par an entre 2008-2016 contre uniquement 2 milliards de dirhams en moyenne entre 2000 et 2007, où le contingent était fixé à 12MT (ONICL, 2017). En termes de pauvreté, le soutien de prix à la consommation (blé tendre) ne répond que partiellement aux objectifs fixés, puisque la couche ciblée (la plus démunie) n'en bénéficie que de 15% (MEF, 2015). Pour le reste, ladite politique n'engendre que des distorsions sur le marché, constitue une rente pour les minoteries et les commerçants, et rend les opérateurs centrés sur les incitations accordées sans opérer aucun changement en termes de diversification (le soutien accordé à la commercialisation reste étroitement lié au circuit de fabrication de ce type de farine), entravant en effet la compétitivité du secteur céréaliier dans son ensemble (CC, 2012 ; Rerhrhay et Ait el Mekki, 2017b).

Pour déterminer les axes d'intervention de l'Etat en sécurité alimentaire, nos résultats d'estimation montrent que malgré l'importance du facteur «Croissance démographique», les préférences alimentaires constituent une variable que l'Etat devrait prendre en considération dans l'élaboration de sa politique alimentaire. Néanmoins, si les préférences alimentaires tendent vers d'autres aliments de base autres que le blé tendre, la demande dépendra à son tour du pouvoir d'achat et du revenu. Ce faisant, la productivité (en zone Bour) représente le facteur déterminant pour une stabilité alimentaire, entraînant par conséquent, une amélioration des revenus (des petits agriculteurs) et une baisse de la vulnérabilité alimentaire. Néanmoins, même si la productivité suivait une tendance haussière, le pays demeure un importateur net en blé tendre. Lors d'un nouveau choc des prix constaté à l'échelle internationale, les agriculteurs en particulier les pauvres, ne peuvent ni modifier ni réduire rapidement leur consommation en réponse à des prix élevés (Rerhrhay, 2018). Pour une bonne gouvernance, l'Etat devrait réformer la filière du blé tendre, à travers la baisse progressive du contingent tarifaire, puis la libéralisation totale du marché de blé tendre. Ce choix politique entraînera sans doute une réduction des coûts budgétaires engendrés par la caisse de compensation et rendra en effet, le marché céréaliier de plus en plus compétitif. Concernant l'accès des pauvres à la consommation

du blé tendre, la mise en œuvre d'une politique de ciblage s'avère nécessaire. En fait, le gouvernement dispose déjà d'un ensemble de programmes sociaux (RAMED et TAYSSIR) dont il peut s'inspirer pour construire un dispositif précis et cohérent, alliant ciblage géographique et ciblage direct des ménages.

Notes

- ¹ Selon les estimations établies par les institutions internationales (FIDA *et al.*, 2009), d'autres facteurs sous-jacents (tels que ; la croissance démographique, la demande en biocarburants, les changements climatiques, etc) pourraient empêcher les prix réels de retomber aux creux historiques, influant sur la hausse des prix. La volatilité des prix semble devoir persister ; les projections annoncent qu'un déficit d'offre internationale serait prévu à l'Horizon 2030, en particulier dans les régions à forte production et exportation de blés, engendrant toutefois une étroitesse des marchés et par conséquent, de nouveaux chocs des cours à l'échelle internationale.
- ² Selon la FAO, la vulnérabilité exprime le *ratio* [(Importations/disponibilité) *100] dépassant 50%.
- ³ Voir les documents relatifs à la gouvernance et les outils de bonne gouvernance (Rerhrhaye, 2008; 2009).
- ⁴ *Idem.*
- ⁵ *Idem.*

Références

- Agence de Développement Agricole (ADA), 2014.** *Note sur les céréales 2014.* Résultat des entretiens et données collectées sur terrain entre (2013-2016). Rabat-Maroc.
- Aït Houssa., Oubaki L, Reda-Fathmi K. et al., 2016.** Eléments agronomiques pour réussir la culture du blé tendre en Bour. Domaine Louata Providence Verte, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès. *Extraits du bulletin de transfert de technologie en Agriculture*, 202 (avril).
- Akesbi N., 2011.** *La nouvelle stratégie agricole du Maroc annonce-t-elle l'insécurité alimentaire du pays ? Confluences Méditerranée*, 3(78): 93-105. [doi: 10.3917/come.078.0093](https://doi.org/10.3917/come.078.0093)
- Akesbi N., 2016.** Entretien sur la question « Où est la valeur ajoutée du Plan Maroc Vert (PMV)? » Economie-Finances, Premier Hebdomadaire de l'information financière. Publié le 27-05-2016 dans Finances news.
- Balaghi R., 2014.** *Évaluation de la productivité de l'eau en agricultures pluviales et irriguées au Maroc.* Projet d'appui à la gestion durable des ressources en eau pour l'agriculture au Burkina Faso, Maroc et Ouganda. FAO GCP/INT/166/SWI «Renforcement de l'efficience de l'usage de l'eau et de sa productivité au niveau Africain et au niveau global» .
- Balaghi R. Jliben M. Tychon B., et al., 2012.** *La prédiction agrométéorologique des rendements céréaliers au Maroc.* Institut Nationale de Recherche Agronomique (INRA), Division de l'information et de la communication.
- Lemeilleur S., Tozanli S., Bencharif A., 2009.** Dynamique des acteurs dans les filières agricoles et agroalimentaires. In Abis S., Blanc P., Lerin F., Mezouaghi M. (eds.). *Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord.* Paris: CIHEAM, pp. 93-141. Série B 64.
- Conseil de Concurrence (CC), 2012.** *Etude sur les produits subventionnés dans le cadre du système de compensation.* Rapport publié par le Conseil de concurrence (CC), Juin 2012.
- Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole (DIAEA), 2016.** *Les grands axes et résultats de la nouvelle stratégie de développement du secteur d'eau au Maroc 2010.*
- Direction de la Programmation des Affaires Economique (DPAE), 2007.** *Rapport sur la Réforme du Secteur Céréalière.* Document non publié.
- Fonds International de Développement Agricole (FIDA). Food and Agriculture Organization (FAO). Banque Mondiale (BM), 2009.** *Renforcer la sécurité alimentaire dans les Pays Arabes.* Washington : Banque Mondiale.
- Haut-commissariat au plan (HCP), 2016.** *Présentation des résultats de l'Enquête Nationale sur la consommation et les dépenses des ménages 2013-2014.*
- Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), 2012.** *Rapport sur les politiques mondiales.* Washington : International Food Policy Research Institute DOI: 10.2499/9780896295551.
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Département des Stratégies et Statistiques, 2018.** *Evolution de la production et superficies des céréales (Blé tendre) dans le cadre du Plan Maroc Vert (PMV) entre 2008-2017. Résultat des entretiens et données collectées sur terrain Rabat-Maroc.*

- Ministère de l'Economie et des Finances (MEF), 2015.** *Project de loi de finance pour l'année 2016, Rapport sur la compensation.*
- Ministère Délégué Chargé de l'Eau, 2016.** *La nouvelle stratégie nationale de développement du secteur de l'eau. Note de synthèse sur le secteur d'eau au Maroc.*
- Observatoire Nationale de Développement Humain (ONDH), 2015.** *Rapport des premiers résultats de l'enquête panel de ménages 2012.*
- Office de Changes (OC), 2016.** Evolution des importations agricoles, alimentaires et céréalières (blé tendre) en volume et valeur entre (2008-2015). *Résultat des entretiens et données collectées sur terrain.* Rabat-Maroc.
- Office National Interprofessionnel des Céréales et des Légumineuses (ONICL), 2017.** Département des importations et exportations des céréales et légumineuses. Cadre institutionnel de la filière céréale (blé tendre), subventions à l'importation et les contingents tarifaires. *Résultat des entretiens et données collectées sur terrain entre (2013-2016).* Rabat-Maroc.
- Rerhrhaye K., 2008.** La transparence de la gestion financière au Maroc. *Revue Marocaine d'Audit et de Développement (REMA)*, n 25.
- Rerhrhaye K., 2009.** *La gouvernance pédagogique au Maroc. Essai d'évaluation de l'UFR « Stratégie et Gouvernance des Organisations ».* Mémoire pour l'obtention du Diplôme des Etudes Supérieures Approfondies « DESA » en sciences économiques.
- Rerhrhaye K., 2018.** La gouvernance agricole à la lumière des enjeux de la sécurité alimentaire des céréales au Maroc. Cas du blé tendre. Thèse de doctorat en Sciences Economiques et Sociales, Institut Agronomique et Vétérinaire de Rabat. N°Ordre : 2018/03/ECO.
- Rerhrhaye K., Ait El Mekki A., 2017a.** Estimation de la vulnérabilité en sécurité alimentaire face aux objectifs visés par l'Etat à l'horizon 2020 (Cas du blé tendre). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires (REMASAV)*, 5 (2).
- Rerhrhaye K., Ait El Mekki A., 2017b.** Efficience des politiques de l'Etat pour une sécurité alimentaire en blé tendre au Maroc. *Revue Alternative Rurale*, n. 5.
- Société Nationale de Commercialisation des Semences (SONACOS), 2016.** Evolution des subventions préfinancées et accordées à la SONACOS entre (2008-2016). *Résultat des entretiens et données collectées sur terrain.* Rabat-Maroc.

Transformations spatiales et dynamiques socio-environnementales de l'oasis de Ouargla (Algérie)

Abdelkader Salhi

CDARS, Algérie

Résumé. Ce travail de recherche s'intègre dans un objectif assez large et global d'un travail de thèse de doctorat qui porte sur la durabilité du système oasien au niveau de la wilaya de Ouargla. L'objectif primordial est de comprendre les dynamiques socio-environnementales de cette oasis et analyser quelles peuvent être les synergies ou conflits entre ces acteurs qui permettent d'émettre des hypothèses quant au devenir de ce système oasien. L'objectif assigné pour cette partie d'étude est de déterminer la typologie des exploitations et des acteurs en place. Au regard de l'immensité spatiale (15 382 km²), le travail du terrain a porté sur cinq communes de deux Daïrate, à travers un échantillon raisonné de 89 exploitations agricoles parmi les trois différents systèmes existants (ancien, amélioré et nouveau). Les résultats montrent que les interactions entre la société oasienne de Ouargla et son milieu ont produit des changements dans la gestion de l'espace et dans la relation du citadin à son milieu agricole et à son milieu environnant dans son ensemble. Ces différents changements ont induit un changement dans l'appropriation des terrains agricoles ainsi que de nouveaux rapports par rapports au milieu oasien.

Mots-clés. Oasis - Agriculture oasienne - Durabilité – Exploitation agricole - Gestion foncière durable.

I - Introduction

Le Sahara est une grande école de savoir-faire et de savoir-vivre dans des conditions d'extrême dureté. Il est aussi ce milieu de vie ouvert et particulièrement organisé autour des ressources vulnérables. Ouargla, appelée autrefois « Capitale des oasis », est considérée, depuis l'antiquité, comme un carrefour important et un centre d'une activité commerciale ancienne pour les caravanes et les nomades.

Le système agricole oasien paraît incontournable dans cette région car il y joue un rôle identitaire fondamental, d'équilibre et de stabilité régionale. Le fonctionnement d'une oasis est basé sur trois éléments fondamentaux qui sont : l'eau, la palmeraie et l'organisation sociale. Basée sur le palmier dattier comme pilier de l'agriculture oasienne, l'agriculture était, jusqu'au milieu des années 1950, la principale activité économique d'une population en constante transformation.

Les interactions entre la société oasienne de Ouargla et son milieu ont produit, durant ces dernières années, des changements dans la gestion de l'espace, dans la relation du citadin à son milieu agricole et dans la relation du citadin à son milieu environnant dans son ensemble. Ces changements sont les résultats d'un certain nombre de variables, citons parmi ceux : le brassage et la mixité de la population citadine avec d'autres « arrivistes » du nord du pays et des villes limitrophes, le changement dans les habitudes alimentaires, vestimentaires et traditionnels des populations en place, etc. Ces différentes mutations ont induit un changement dans l'appropriation des terrains agricoles ainsi que de nouveaux rapports par rapport au milieu oasien. Toutefois, et dans la même optique, ce milieu écologique sensible se trouve désormais menacé par l'étalement urbain qui englouti de plus en plus de superficie

agricole aux périphéries de l'agglomération. Cette dernière enregistre une dynamique socio-environnementale très remarquable. Lequel dynamisme a suscité l'émergence d'une typologie d'acteurs investissant aujourd'hui la palmeraie de Ouargla.

II - Matériel et méthodes

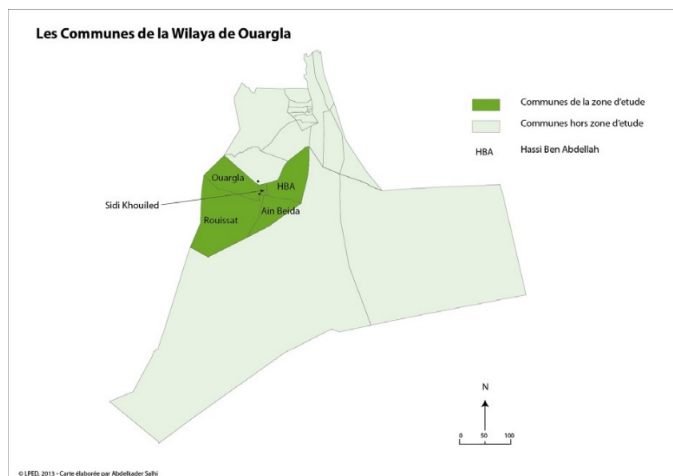
1. Situation géographique

Entamer un travail de recherche sur Ouargla revient à dénicher des écrits et comprendre des pensées qui ont traversés des millénaires pour arriver à nous. Parler de Ouargla c'est parler d'une des grandes oasis du Sahara algérien. C'est parler d'un centre « oasis-relais » pendant le commerce caravanier. C'est aussi parler d'un pays développé et aménagé sur une mer, plutôt sur un océan d'eau, souterrain dans son sous sol.

Ainsi, Ouargla est géographiquement située au Nord du Sahara algérien, dans le domaine aride du grand désert africain. Administrativement, la Wilaya de Ouargla est située au Sud-Est du pays dans le bas Sahara dans les limites de latitude 28°45' et 33°55' et de longitude 3° et 9° 35' couvrant un territoire de 163 230 km². Elle se situe à 128 m. d'altitude, à 190 km à l'Est de Ghardaïa, 388 km au Sud de Biskra et à 160 km au Sud-Ouest de Touggourt (Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville, 2013).

Elle est limitée par la Wilaya d'El-Oued au Nord, la Wilaya d'Illizi au Sud, les Wilayates de Djelfa Biskra et Ghardaïa au Nord-Ouest et Ouest, la Wilaya de Tamanrasset au Sud-Ouest et par la Tunisie à l'Est. La Wilaya est organisée administrativement en 21 communes et 10 Dairates.

Carte n. 1. Localisation de la zone d'étude.



2. Le système oasien

Le Sahara n'est pas seulement ce territoire vide, de couleur jaune-clair, comme il est représenté dans la plupart des cartes de la géographie. Il n'est pas seulement aussi ce vaste espace sans âme et sans vie. Au-delà, le Sahara est une grande école de savoir-faire et savoir-vivre dans des conditions d'extrême dureté. Il est aussi ce milieu de vie ouvert et spatialement organisé autour des ressources vulnérables. C'est d'ailleurs cette organisation sociale qui est la clef de réussite, à ce jour, de ces oasis.

L'implantation des Djebbars à travers la ville de Ouargla, et des villes sahariennes en général, nous incite à décrire la relation perpétuelle et illimitée que nouait l'oasis avec son milieu de résidence (Ksar) et son milieu de production (palmeraie). En effet, cette liaison n'est que simplement ce qui est communément appelé « le système oasien ». Aussi, l'interaction, qualifiée « d'organisée et de respectueuse de l'environnement », de la population avec son milieu dans un objectif de produire et de maintenir une durabilité des palmeraies lui donne le qualificatif d'un « système oasien ».

Notre terrain d'étude (Ouargla) ne fait pas exception au raisonnement, à la composition, à la diversification et au fonctionnement des différentes oasis Maghrébines ou Algériennes.

A. Définitions

Parmi des multitudes de définitions existantes dans la littérature, nous nous sommes intéressés à ces deux définitions qui résument notre situation.

L'oasis est un espace cultivé intensivement dans un milieu désertique ou fortement marqué par l'aridité (Lacoste, 1985).

Selon Pol Troussel, l'oasis, n'est pas une simple juxtaposition de jardins mais un groupement d'intérêts à la fois solidaires et concurrents, dont la structure s'inscrit, non seulement dans l'espace, mais aussi dans le temps. [...] la réglementation traditionnelle de l'irrigation était apparemment ce qu'il y avait de plus solide et de plus respecté.» (Troussel, 1986).

Ces deux définitions mettent en évidence l'existence d'éléments en interaction dynamique, organisés et ayant une finalité. L'interaction est particulièrement évidente autour de ressources vitales et vulnérables non ou difficilement rechargeables (eau). La finalité de cette interaction, quant à elle, est de faire perdurer, aussi longtemps que possible, cette ressource en l'utilisant dans un processus de production de biens alimentaires et vivriers. C'est en fait cette interaction et cette finalité qui accorde à notre oasis le critère de système comme le stipule la définition la plus répondue : « un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » (De Rosnay, 1975).

Toutefois, le concept système s'appuie et est enrichi par la description des principales caractéristiques et propriétés des systèmes, comme le précise le CERTU (2008). Parmi les caractéristiques communes que doit présenter le système ; celui-ci doit être « ouvert » en relation permanente avec son environnement, «**hiérarchisé**» pour appliquer le principe d'arborescence entre les systèmes et «**équilibré**» afin de maintenir la capacité d'autorégulation et d'adaptation aux nouvelles conditions du milieu environnant.

Notre milieu oasien ne fait pas exception à cette logique. Ce milieu est un système du fait qu'il assure certaines fonctions comme: la cohérence entre les entités (jardins) formant cet ensemble et leur autonomie, l'organisation dans le but de produire des denrées alimentaires de subsistance, de sauvegarder l'entité (oasis) et de préserver le patrimoine hérité pour des générations futures.

De ce qui précède, nous définissons le système comme étant un ensemble d'éléments cohérents et autonomes, liés par des relations (interrelation, interaction et interdépendance) et organisés en vue de satisfaire et de répondre à des objectifs communs.

Système oasien : construction du chercheur qui implique des interactions d'une société locale avec ses ressources naturelles.

B. Caractéristiques et particularités du système oasien « Ouargli »

Le pays de Ouargla, auquel nous faisons référence dans notre travail, est caractérisé par la dominance d'une activité agricole (oasis plantée en palmier dattier). Lequel milieu est défini comme étant un système, du fait les échanges et relations entretenus entre ses habitants

dans un milieu tant contrôlé et préservé par le respect de son environnement. C'est ainsi que nous qualifions notre milieu d'étude d'un « agrosystème oasien ». Par définition, l'agrosystème est un écosystème créé par l'exercice de l'agriculture (culture, élevage, échange de produits, etc.).

L'interrelation entre les habitants, créant des échanges avec leur milieu environnant, est considérée comme une fonction sociale étroitement liée avec celle du système. Ainsi, le social est défini *comme étant un socio-système composé d'individus couplés ou connectés socialement, entretenant des relations avec un milieu* (Henré Cohen). Le socio-système serait alors, en notre sens, les relations (matrimoniale, mutuelle, de voisinage) entretenues entre les individus (ou tout autre occupant de nature différente) d'une localité donnée (village, Ksar, Commune, Daïra, Wilaya, etc.) avec son milieu de vie immédiat.

Pour le cas de notre étude, nous définissons l'écosystème oasien comme étant : une unité écologique fonctionnelle, formée par une communauté (d'oasiens) ayant des interactions équilibrées, autonomes, stables et complexes avec leur environnement quotidien (palmeraie/oasis) et où toute perturbation ou mal fonctionnement de l'une de ses composantes (oasis-oasien) conduit à la rupture de l'équilibre écologique essentiel et vital à son maintien.

Ce dysfonctionnement ainsi que certains éléments essentiels au fonctionnement de la palmeraie, l'eau et l'organisation sociale entre autres, sont au cœur même des typologies universelles nommées par certains chercheurs et écrivains spécialistes du monde oasien.

3. Typologie des oasis

Les oasis ne se ressemblent pas. D'une région à l'autre et d'une wilaya à l'autre, la manière et les pratiques culturelles diffèrent. Ce qui nous donne une gamme variée d'oasis.

Toutefois, la manière de mobiliser la ressource en eau et de la domestiquer ainsi que la façon de la distribuer dans l'espace est un des moyens déterminant le type de la structure agraire propre à chaque région. Selon Yves Clouet (1995), les oasis se répartissent en trois types, suivant leur position, leur taille et leur fonction. Ces oasis peuvent être nommées ainsi :

- les oasis intra-désertiques alimentées par la nappe phréatique,
- les oasis de piémont soutirant directement l'eau aux rivières issues de la montagne,
- les oasis de plaine irriguées par barrages.

Yaël Kouzmine (2012), classe les oasis en cinq catégories :

- les oasis sur source au pied des montagnes (cas du Hoggar),
- les oasis sur rivières (cas de l'Atlas saharien de l'Est, Saoura),
- les oasis sur nappes phréatiques (cas du Djanet et les Ghout du Souf),
- les oasis sur Foggara (cas du Touat, Gourara et Tidikelt),
- les oasis sur sources, autrefois artésiennes, et puits peu profonds (cas des Zibans, Oued Righ et Ouargla).

L'essentiel qu'on peut tirer de ces deux définitions est que le facteur « eau » est l'élément primordial pour définir les oasis. Aussi, l'ingéniosité de l'oasien dans la gestion de cette ressource vulnérable lui a permis d'occuper ces rudes et hostiles endroits, est considérée comme un facteur de détermination du type de structure agraire.

Nous synthétisons les différents types d'oasis existantes au niveau du Maghreb arabe ainsi que leurs caractéristiques dans le tableau suivant.

Tableau 1. Typologie des oasis.

Type	Localisation	Caractéristique	Exemples
Oasis d'oued	En bordure des oueds	Un savoir-faire en matière d'aménagement hydraulique pour gérer les cours d'eau et les crues	Le M'Zab
Oasis sur sources	Sur nappes phréatiques	Un savoir-faire en matière de gestion de l'eau et de l'espace	Oued Righ et Ouargla
Oasis de dunes	Dans les grandes formations dunaires du Sahara	Un savoir-faire en matière de gestion des sable	Ghout (Souf)
Oasis à Foggaras	Exploitation d'un affleurement du CI (Continental Intercalaire)	Un savoir-faire dans la gestion de l'eau d'irrigation	Touat, Gourara, Tidikelt
Oasis de montagne	A la limite de l'espace saharien et montagneux	L'eau est généralement permanente	Khenchela
Oasis littorales ou côtières	En bordure des côtes marines	Le palmier dattier n'a pas une grande importance en termes de revenu	Inexistantes en Algérie. Existent à Djerba et Gabes en Tunisie

Source : Synthèse personnelle.

4. Méthodologie du travail

La méthodologie adoptée dans ce travail de recherche vise à exposer la démarche entreprise pour répondre à notre question de recherche et aux hypothèses émises.

A travers cette étude nous rechercherons à identifier les facteurs d'attractivité et de changement dans l'oasis de Ouargla. Pour cela, nous nous sommes basés sur :

- la littérature scientifique traitant de la dynamique spatiale contemporaine dans des régions similaires à la nôtre (collecte des données);
- l'identification des facteurs pertinents à partir desquels le territoire se transforme.
- la compréhension du comment ces facteurs, agissant ensemble, modifient la dynamique spatiale de développement;
- ressortir les principales conséquences sur la typologie d'acteurs investissant, aujourd'hui, la zone d'étude.

A. Le choix de la zone et de l'espace d'étude

L'originalité du fait oasien, à Ouargla, ainsi que les changements socio-économiques spectaculaires au niveau de la cuvette de Ouargla étaient à la base du choix d'étude de cette zone par rapport à d'autres. Cette originalité n'est vraie et possible que s'elle est comparée à d'autres régions similaires. La comparaison est faite dans l'objectif de confirmer l'importance du choix de notre zone d'étude, à travers deux grandes entités territoriales, en l'occurrence :

Ensemble « Zibans – Oued Righ » et « Ensemble Touat – Gourara »

L'oasis de Ouargla est considérée, depuis l'antiquité, comme un grand pôle oasien au niveau du Bas Sahara qui regroupe les Zibans, l'Oued Righ et le M'zab. Ce pôle est caractérisé par l'existence d'un potentiel considérable en palmiers dattiers et en population par rapport aux autres régions. La continuité dans l'espace des oasis de Ouargla, Ain Beida, Rouissat, Hassi Ben Abdellah et N'Goussa a donné lieu à la suprématie de l'oasis de Ouargla concernant le nombre de pieds de palmiers dattiers en place. Même si aujourd'hui le nombre de pieds de palmiers dattiers est important au niveau de la wilaya de Biskra par rapport à celui de la wilaya de Ouargla, la concentration des oasis et le nombre de pieds au sein des oasis de Ouargla reste le plus important. Le nombre de palmiers dattiers au niveau de Biskra est devenu important suite à l'adhésion de 20 344 nouveaux promoteurs au programme de l'Accession à la Propriété Foncière Agricole par la mise en valeur des terres. Ce chiffre est doublement supérieur à celui de Ouargla qui compte seulement 10 128 nouveaux promoteurs, ou à celui d'Adrar qui compte 4 546 nouveaux promoteurs, (MADR, 2011).

Pareillement à l'importance du nombre de palmiers dattiers à Ouargla par rapport à celui des autres ensembles, à savoir Ziban-Oued Righ ou du Touat-Gourara, l'évolution dans le temps de la population à Ouargla reste importante.

Une autre caractéristique toute particulière a fait de Ouargla, aujourd'hui, un pôle économique de taille au niveau national et international. Le bouleversement social et économique que connaît aujourd'hui Ouargla est sans précédent. Celui-ci est directement lié à l'irruption de l'économie pétrolière au niveau de cette région. Depuis la découverte du pétrole au niveau de Hassi Messaoud, en 1956, a permis, économiquement et socialement à Ouargla de prendre une autre dimension et une autre tournure dans l'économie nationale. Depuis, elle voyait, et à ce jour, son effectif de population augmenté et les pipe-lines qui véhiculent le gaz et le pétrole vers d'autres pays se multiplient d'année en année. Ce développement a suscité un accompagnement dans les infrastructures de base de cette wilaya. Ces infrastructures sont évidentes par la construction de nouveaux logements pour les nouveaux fonctionnaires arrivants à Ouargla, la multiplication des réseaux routiers, la construction d'un grand nombre d'établissements scolaires et la construction d'une Université de grande capacité (dépassant les 25 000 étudiants), etc.

Le choix de la zone doit convenir à l'espace de l'étude en termes de représentativité. C'est-à-dire que les différentes exploitations, selon les différents systèmes soient représentées, à savoir :

- ancien système (traditionnel), représenté par le Ksar, Rouissat et Ain Beida,
- système amélioré représenté par Hassi Ben Abdellah,
- nouveau système (nouvelle mise en valeur) représenté par Sidi khouiled.

Au regard de l'immensité spatiale et des moyens (humains et matériels) dont on dispose outre du facteur temps, nous sommes contraints de procéder par un **choix représentatif** des zones dans la perspective de pouvoir répondre aux objectifs que s'est assignée la présente thèse. C'est à partir de là que l'échantillonnage et le zonage s'avèrent des processus nécessaires au travail d'enquête. Le zonage est fait à partir des critères déterminants pour les modes d'exploitation du milieu. De ce fait, l'échantillon de sites d'enquêtes que nous construisons sera **raisonné**. C'est une méthode qui est beaucoup plus rationnelle que de procéder par échantillonnage aléatoire.

Le choix de l'espace d'étude est basé sur les critères suivants :

- Représentativité ; Couvrir les zones par rapport aux différents types de systèmes existants ;
- Similitudes entre les exploitations oasiennes du point de vue taille, aménagement de l'espace agricole, distribution de l'eau, etc. ;
- Vocation de l'exploitation (familiale, unité de production, unité d'accumulation) ;
- Archétype spatial (vécu au quotidien, proximité du marché, relations entre producteurs,

etc.).

Les critères de zonage sont basés sur des éléments ayant une incidence sur les modes d'exploitation, de gestion du milieu, et qui sont susceptibles d'entraîner des différences significatives entre ces modes. Ces critères peuvent avoir une relation avec le milieu ambiant, des composants socio-économiques ou des indicateurs du mode d'exploitation. Bien entendu, le choix des critères est basé sur la littérature existante, l'avis des responsables locaux du recherche-développement ou de toute personne ayant une parfaite connaissance de la région. Toutefois, nous sommes interpellé à parcourir la région afin de mettre en évidence les différenciations existantes telles que les pratiques culturelles d'une communauté à une autre.

Le zonage est le résultat direct d'une combinaison raisonnée des critères. Une matrice importante de combinaison apparaît comme situation d'exploitations au niveau de notre région d'étude. Toutefois, beaucoup de similitudes et de différences, de point de vue espace, existent entre zones. D'autres similitudes et différences apparaissent entre les exploitations de la même zone. Les ressemblances nous incitent à choisir un nombre d'exploitations bien définis et représentatives. Au regard des statistiques, un pourcentage de 40% de l'effectif à enquête fut retenu. Pour notre cas d'étude, le nombre d'exploitations est de 9 738 pour les deux Daïrate (4 332 pour la Daïra de Sidi Khouiled et 5 406 pour celle de Ouargla). Ce qui nécessite un échantillon d'environ 3 895 exploitations. Ce nombre nécessite d'énormes moyens humains à déployer et une dimension temporelle importante à accorder. De ce fait et en s'appuyant sur la notion disant : « qui se ressemblent s'assemblent », nous avons opté pour un **échantillon raisonné** et non aléatoire des producteurs approchés.

Toutes ces conditions furent nécessaires et suffisantes pour que cette zone soit choisie comme terrain de notre investigation.

B. Présentation de la zone d'étude

Notre terrain d'étude regroupe alors deux Daïrate et cinq communes avec une superficie totale de 15 382 km² (soit 9% de la superficie de la wilaya) et une population de 242 120 habitants (soit 40 % de la population totale de la wilaya).

Tableau 2. Terrain d'étude.

Wilaya	Daïra	Commune
Ouargla	Ouargla	Ouargla et Rouissat
	Sidi Khouiled	Ain Beida, Hassi Ben Abdellah et Sidi Khouiled

Tableau 3. Nombre d'exploitations touchées par localité.

Localité	Ksar Ouargla	Rouissat	Sidi Khouiled	Chot et Ain Beida	HBA	Total
Nb. exploitation	33	15	10	20	11	89
Total exploitations	4 200	1 206	675	2 174	1 483	9 738

Source : DSA Ouargla, 2015.

Les changements induits par l'évolution et le brassage de la population autochtone avec d'autres, a stimulé des transformations sociales et spatiales de Ouargla. Ces transformations sont dépendantes les unes des autres. L'évolution de la population influe sur la consommation et la mobilisation de l'eau et de l'énergie ; ce qui influe directement sur les quantités d'eau évacuées dans les sebkhas. Pour mieux cerner la situation du développement (humain et urbain) de la zone d'étude ainsi que le devenir des oasis de Ouargla, nous suggérons d'étudier ces transformations au cours de **la période précédant la découverte du pétrole et de l'indépendance de l'Algérie jusqu'au temps contemporain.**

C. Analyse

Afin de comprendre les pratiques sociales, économiques et techniques, déterminant les différentes typologies d'exploitations, au niveau de chaque site d'étude, nous avons procédé à des enquêtes par questionnaire. L'analyse de ces enquêtes « **guide d'enquête semi directif** » est faite, après dépouillement et regroupement des résultats semblables et la distinction des différences, à différents niveaux. Au niveau Macro, un échantillonnage représentatif a été fait pour les différents systèmes de production, à savoir l'ancien système, le système intermédiaire et le nouveau système. L'analyse de ces systèmes de production, au niveau Méso, a permis de recenser les unités de production, de réaliser une typologie des systèmes, d'analyser minutieusement la relation Exploitant/Exploitation et de faire un suivi rapproché au niveau parcellaire. Au niveau Micro, nous avons procédé à une analyse de la conduite de la culture.

III - Résultats

Les interactions entre la société oasienne de Ouargla et son milieu ont produit, durant ces dernières années, des changements dans la gestion de l'espace, dans la relation du citoyen à son milieu agricole et dans la relation du citoyen à son milieu environnant dans son ensemble. Ces différents changements ont induit un changement dans l'appropriation des terrains agricoles ainsi que de nouveaux rapports par rapport au milieu oasien.

Durant les prospections du terrain d'étude, une multitude d'exploitations et de palmeraies (89 exploitations) ont fait l'objet de nos enquêtes à travers la zone d'étude. Il ressort de ces enquêtes qu'une gamme très variée d'exploitants et de propriétaires occupe le terrain et pratique encore de l'agriculture de subsistance dans certains cas. Nous avons essayé de classer ces cas de figure rencontrés en différentes catégories distinctes. Les différentes catégories identifiées sont ainsi classées :

1. L'exploitant agricole, qui n'habite pas sur sa parcelle, mais qui l'exploite : catégorie présente dans les différents endroits étudiés. Une grande majorité de ces exploitants est localisée dans les nouveaux périmètres attribués (généralement dans le cadre de la loi portant APFA) et localisés aux périphéries immédiates des habitations. Les exploitations

ont des superficies variables entre 1 et 3 hectares. Les exploitants sont : soit des propriétaires directes (les premiers tributaires vis-à-vis de l'administration) ou des acheteurs (acheter à quelqu'un). Les exploitants de cette catégorie sont caractérisés par une volonté de travail, un entretien de la palmeraie et des importants investissements liés surtout à l'amendement du sol par du sable et de la fumure organique.

Le travail au quotidien est assuré par le propriétaire lui-même (s'il n'est pas fonctionnaire) et parfois aidé par les membres de sa famille ou des amis sous forme de Touiza¹. Sinon, une main d'œuvre extérieure assure les différentes tâches au niveau de l'exploitation. Cette main d'œuvre est occasionnelle (au moment de la pollinisation, la récolte ou travaux d'amendement en sable et fumier) ou à plein temps (comme Khammes)². La culture principale et de base est le palmier dattier avec une dominance, à 95%, de la variété commerciale Deglet Nour. Des armatures de serres tunnel fabriquées (standards) ou façonnées (traditionnellement par de morceaux de fer) sont observés dans les différentes exploitations. Aussi, des cultures sous-jacentes sont pratiquées sous le palmier dattier. Il s'agit notamment de :

- Cultures fourragères : Luzerne, Mil, Maïs, etc.
- Arboriculture fruitière : Grenadier, Abricotier, Figuier, etc.
- Cultures potagères de plein champs et sous serres : Tomate, Piment, Poivron, etc.

Les productions agricoles, notamment dattières, sont destinées au marché local ou directement louées à des personnes tierces (sous forme de Khars³).

2. L'exploitant agricole qui habite sur la parcelle et l'exploite : cette catégorie voit son élargissement aux périphéries du Ksar de Ouargla, du Chott, de Ain Beida et de Rouissat. Ce sont les exploitations proches des routes principales et du réseau d'électricité qui sont les premières à accueillir ce genre d'étalement urbain. Ce sont des familles qui habitent proprement dit la palmeraie. Pour y habiter, l'éradication d'un certain nombre de palmiers dattiers est obligatoire. Ces exploitations sont propres et bien entretenues, que ce soit au niveau de la végétation qu'au niveau de l'aménagement de la parcelle elle-même. Ceci prouve la volonté du travail par le propriétaire ainsi que son engagement à entretenir et à perdurer son exploitation. Pour cela, des investissements pour l'entretien de la palmeraie et son amendement en fumier et en sable sont dégagés par le propriétaire. Ce dernier est propriétaire de la parcelle (racheté à quelqu'un) ou léguée par héritage. Les propriétaires sont des fonctionnaires du secteur étatique et ayant l'esprit de travail de famille et/ou de groupe. Celui (parmi les frères) qui est en congé spécial ou en congé de détente après une permanence assure une présence au niveau du jardin. Les tâches de travail sont bien réparties entre les frères. Ce type d'exploitation est caractérisé aussi par la dominance du palmier dattier avec une diversité variétale intéressante⁴. Les cultures sous-jacentes sont aussi très diversifiées. Parmi les cultures pratiquées sous le palmier dattier nous avons rencontrés :

- Arboriculture fruitière : grenadier, abricotier, figuier, etc.
- Cultures fourragères : luzerne, maïs, choux fourrager, etc.
- Cultures maraîchères et potagères : carotte, pourpier, menthe, tomate, etc.

L'ensemble des productions sont destinées à une autoconsommation familiale. Le surplus de la production dattière est destiné au marché local. Aussi, une recette d'argent provient des ventes de la menthe. Il est aussi très intéressant de signaler qu'une partie des recettes parvient de la vente en stade prématuré des dattes (stade dit *M'naguer*). Etant donné que l'exploitation est familiale, alors les recettes sont partagées équitablement entre les membres de la famille après avoir déduit les charges des irrigations ou de la main d'œuvre occasionnelle employée.

Le promoteur immobilier : Au niveau de cette catégorie, le propriétaire n'a aucune relation avec l'exploitant agricole, ni du près ni de loin. Aussi, l'exploitation (l'endroit) n'a de rapprochement avec le terrain agricole que le fait qu'elle est située dans une zone agricole

et entourée d'un brise vent. Le propriétaire est généralement un héritier. Le terrain est acquis après un héritage ou un achat à des héritiers. D'autres cas se sont présentés lors des enquêtes du terrain d'étude. Il s'agit des investisseurs privés « étrangers » à la communauté Ouarglie, qui ont acheté à des héritiers. Ces promoteurs sont installés aux périphéries immédiates du Ksar de Ouargla et proche de la route et du réseau électrique. Se sont, en générale, des petites superficies qui n'excèdent pas les 300 à 500 m². Le propriétaire éradique la totalité des palmiers dattiers pour construire son logement familial. Il ne conserve même pas quelques palmiers dattiers, ne serait-ce que décoratifs ou typiques de la région. Aucune activité agricole ou équivalente n'est pratiquée par le propriétaire. Ce dernier ne déploie aucun effort pour la construction d'un milieu végétal ou du moins ornemental. Dans la même catégorie des promoteurs immobiliers se distingue une classe ayant des superficies assez importantes que la classe précédente. Il s'agit des investisseurs ayant des objectifs beaucoup plus commerciaux que l'habitat familial. Des terrains d'origine agricole transférés à des locaux de vente et/ou de fabrication de matériaux de construction⁵ (par peignerie, ciment, sable, etc.). Ces terrains sont localisés près des lotissements attribués par l'Etat pour de la construction à des particuliers. C'est-à-dire près des routes principales. C'est le cas de la zone de Sidi Amrane, Bouameur, Ifri et Mekhadma. Du côté de Ain Beida, c'est un autre type de commerce qui s'installe. Il s'agit des *Show rooms* pour les concessionnaires de véhicules. Aussi, les hangars pour triage, conditionnement et commerce de dattes se développent à la périphérie de Ain Beida et du Ksar de Ouargla.

Le « néo-rural » : Ce type de propriétaire peut être un assemblage entre « l'exploitant agricole qui habite sur la parcelle et l'exploite » et « le promoteur immobilier ». Les propriétaires, pour construire leurs logements et les y habiter, sont dans l'obligation d'éradiquer un certain nombre de palmiers dattiers. Toutefois, ils essayent de maintenir un maximum de pieds de palmiers dattiers sur la parcelle (terrain). Dans la majorité des cas visités lors de nos enquêtes, les exploitants sont des propriétaires par héritage ou par achat à des héritiers. Les superficies des exploitations peuvent atteindre quelques centaines de mètres carrés (au-delà de 500 m²). Le propriétaire est fonctionnaire, dans la majorité des cas visités, ou retraité. Le propriétaire, pour garantir une production suffisante des palmiers dattiers et avoir des réserves en dattes pour sa famille durant toute l'année, assure un entretien rigoureux de sa palmeraie par des apports de fumier et des irrigations. Dans ce cas, le petit jardinage est presque toujours assuré par les femmes et les enfants. Il en est de même pour la décoration des lieux par de différentes variétés de fleurs et plantes ornementales. Sous le palmier dattier, à des densités importantes quelques poiriers, abricotiers, orangers, figuiers et vignes donnent à la fois des fruits et agrémentent les lieux. Aussi, quelques cultures maraîchères et potagères sont pratiquées sous les palmiers dattiers pour une consommation locale. Nous citons parmi ceux : piment, pourpier, menthe, carotte, aubergine, fenugrec, tomate, etc. Il est aussi important de signaler l'existence de quelques poules, lapins, caprins et très rarement d'ovins. Les terrains visités sont bien entretenus.

3. Le « patriarche » qui habite une parcelle avec sa famille élargie : Il s'agit d'un propriétaire héritier ou acheteur auprès des héritiers. Les propriétaires, retraités dans la majorité des cas, pour construire leurs logements et les y habiter, sont dans l'obligation d'éradiquer un bon nombre de palmiers dattiers. Ils ne donnent pas beaucoup d'importance à la production dattière (en tant que telle) autant qu'ils entretiennent les palmiers dattiers. Les superficies des exploitations dépassent facilement les milles mètres carrés (au-delà de 800 m²). Les propriétaires ont l'idée de rassembler leurs familles élargies. Ils réservent, au sein de la même exploitation, à leurs petits enfants (garçons) des assiettes de terrain pour la construction de leurs propres futurs logements. La plupart des cas visités donnent cette représentation : le logement du père avec les enfants jeunes (filles et garçons non mariés) entouré des logements individuels des enfants mariés. Chaque petit foyer est autonome et mène sa vie habituelle comme il se doit. Il assure aussi l'entretien de sa partie. Il la garnit avec des fleurs et plantes ornementales. Le thé d'après-midi ainsi que les repas d'occasions⁶ sont pris ensemble, en famille, dans la grande maison du père. Le petit jardinage est presque

toujours assuré par la maman (accompagnée par ses belles filles, si elles ne sont pas fonctionnaires) et les enfants. Il en est du même pour la décoration des lieux par de différentes variétés de fleurs et plantes ornementales.

4. Le « propriétaire absent » : Il s'agit tout simplement ici d'un propriétaire totalement absent de son exploitation et qui n'investit pas dans la palmeraie. Les enquêtes ont relevé que les actuels propriétaires (descendance) sont des héritiers dont l'héritage n'a pas été partagé entre les ayants droit depuis plus de deux ou trois décennies.

Les différentes catégories d'acteurs n'ont pas les mêmes représentations, pratiques et stratégies dans la mise en œuvre du développement de l'oasis de Ouargla.

IV - Conclusions

Le phénomène d'étalement urbain au sein de la palmeraie a dynamisé, en quelques sortes, l'activité agricole dans la région d'étude. Il a permis de minimiser les incendies, les vols des productions dattières (phénomène d'incivilité) et d'améliorer les investissements au sein de la palmeraie par son entretien, les amendements en sable et engrais ainsi que par l'embellissement du terrain agricole. Ces investissements ont permis de donner une production (notamment dattière) suffisante à leurs propriétaires. Ce qui les encourage à travailler plus.

Cette nouvelle forme de reprise des terrains agricoles pourrait être une opportunité pour le redéploiement de l'activité agricole et de la sauvegarde de l'oasis de Ouargla, mais elle peut aussi entraîner une reconfiguration de la vocation socio-économique de la palmeraie qui deviendrait une forme de « **parc urbain** » ou zone résidentielle de verdure, avec déplacement de l'activité productive agricole vers la périphérie de Ouargla.

Il convient de signaler que beaucoup de retraités et fonctionnaires (du secteur pétrolier surtout) ont opté à la réappropriation des terrains agricoles. Il s'agit de leurs terrains hérités (de leurs parents), des achats auprès des héritiers (frères et sœurs) ou des voisins à leurs palmeraies. Ces terrains sont souvent localisés aux périphéries du Ksar de Ouargla, à la sortie de Bouameur, de Mekhadma, de Rouissat et sur la route reliant Sidi Amrane à Bamendil. Il s'agit des propriétaires voulant fuir la ville et avoir une vie tranquille.

Il est très important de marquer et de souligner la propagation «**en tache d'huile**» de ces exemples de catégories à travers la zone d'étude.

Notes

¹ Le travail de *Touiza* est fait pour des activités qui demandent de la main d'oeuvre supplémentaire ou des moyens financiers lourds, tels que : le curage des drains, la réfection d'un bassin distributeur d'eau d'irrigation, la réfection d'un *Settour* (*Afrag*) ou autre.

² C'est du l'Arabe et veut dire le 1/5. L'ouvrier prenait le 1/5 de la production dattière tout en ayant le droit d'exploiter la terre sous le palmier dattier. L'achat de la semence est totalement à ses frais. Toutefois, le propriétaire assure le paiement de l'eau d'irrigation. Actuellement, ce rapport est de 1/3.

³ Une tierce personne loue toute la palmeraie (palmiers dattiers) avant la maturité.

⁴ Beaucoup de variétés de dattes locales sont présentes dans les terrains.

⁵ Le tableau ci-après (caractéristiques des constructions au niveau de la palmeraie) résume les différentes activités menées dans ces lieux.

⁶ L'occasion des deux Aïd, El Mawled (naissance du prophète), Achoura, mariage, décès, etc.

Typologie d'acteurs investissant la palmeraie

	Typologie	Origine de la parcelle	Actions sur le palmier	Caractéristiques
1-	Exploitant agricole n'habitant pas sur la parcelle mais qui l'exploite	Propriétaire, achat (nouvelle mise en valeur)	Pas d'éradication de palmier	Volonté de travail, palmeraie entretenue, palmier dattier (à base de la DN), cultures fourragères (luzerne), arboriculture fruitière
2-	Exploitant agricole habitant sur la parcelle et l'exploite	Propriétaire et/ou héritage	Eradication de quelques palmiers	Volonté de travail, palmeraie entretenue. Diversité variétale, cultures potagères, fourragères et maraîchères
3-	Promoteur immobilier	Propriétaire et/ou héritage + investisseurs	Eradication de la totalité de palmier dattier	Aucune activité agricole ou ornementale
4-	Néo-rural	Propriétaire et/ou héritage	Eradication de quelques palmiers	Maintien maximum de la palmeraie. Biodiversité, embellissement du terrain
5-	Patriarche habitant la parcelle avec sa famille élargie	Propriétaire et/ou héritage + investisseurs	Eradication de quelques palmiers	N'exploite pas le palmier dattier. Entretien traditionnel embellissement du terrain, cultures potagères et arboriculture fruitière
6-	Le propriétaire absent	Héritage non partagé entre les héritiers	Aucune	Aucune activité agricole ou ornementale. Pas d'irrigation

DN : variété de datte Deglet Nour.

Références bibliographiques

- Centre d'Etude sur le Réseau, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU),** 2008. *Une introduction à l'approche systémique. Appréhender la complexité.* Les rapports d'étude.
- Clouet Y., 1995.** Les oasis. *Mappemonde*, 4 : 44-48.
- De Rosnay J., 1975.** *Le macroscopie. Vers une vision globale.* Paris: Seuil.
- Direction de l'Aménagement du Territoire, 2007.** *Annuaire statistique 2006 de la Wilaya de Ouargla.*
- Kouzmine Y., 2012.** *Le Sahara algérien intégration nationale et développement régional.* Paris: L'Harmattan.
- Lacoste Y., 1985.** Oasis. In: *Encyclopaedia Universalis*. <https://www.universalis.fr/encyclopedia/oasis/>
- Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville, 2013.** *Schéma de l'Espace de Programmation Territoriale. Espace Sud-Est: Biskra – El Oued - Ouargla - Ghardaïa. Mission I : Bilan diagnostic.*
- Trousset P., 1986.** Les oasis présahariennes dans l'Antiquité: partage de l'eau et division du temps. *Antiquités africaines*, 22: 163-193.

Gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc

Défis et opportunités

Larbi Toumi, Mohamed El Amrani

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Maroc)

Résumé. La gouvernance requiert, aujourd'hui, une importance stratégique dans les politiques publiques de développement. Ce présent travail de recherche vise, d'une part, à faire le point sur les différentes approches de la gouvernance et son rapport avec la sécurité alimentaire et d'autre part, à analyser la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc. L'approche méthodologique poursuivie est une approche qualitative par excellence, qui consiste en une analyse bibliographique des approches de gouvernance, une analyse SWOT de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc et une analyse comparative du Maroc avec des pays ayant une riche expérience en gouvernance alimentaire (France et Singapour). Les résultats atteints montrent que le Maroc dispose d'une multitude d'acteurs de la sécurité alimentaire avec des stratégies sectorielles qui ne reflètent pas pleinement la nature transversale de la sécurité alimentaire comme concept multidimensionnel. Il présente des insuffisances liées principalement à l'absence d'un dispositif national de gouvernance de la sécurité alimentaire avec une vision globale intégrée. Finalement, ce travail propose un dispositif de gouvernance sous forme d'un comité interministériel de pilotage doté d'antennes régionales et locales faisant recours aux experts, chercheurs et opérateurs privés et de la société civile et ayant pour mission principale l'élaboration d'une feuille de route de la sécurité alimentaire durable au Maroc.

Mots-clés. Gouvernance - Sécurité Alimentaire - Durabilité.

Food security governance in Morocco : Challenges and opportunities

Abstract. Governance today requires strategic importance in public development policies. This research aims, on the one hand, to present different approaches related to food security governance and on the other hand, to analyze the governance of food security in Morocco. The methodological approach pursued is a qualitative approach, which consists of a bibliographic analysis of governance approaches, a SWOT analysis of the food security governance in Morocco and a comparative analysis of Morocco with countries having a rich experience in food governance (France and Singapore). The results obtained show that Morocco has a multitude of food security actors with sectoral strategies that do not take into account the crosscutting nature of food security as a multidimensional concept. It presents deficiencies related to the lack of a national food security governance mechanism with an integrated global vision. Finally, this work proposes a governance mechanism in the form of an inter-ministerial steering committee with regional and local branches calling on experts, researchers, private operators and civil society and whose main mission is the development of a roadmap for sustainable food security in Morocco.

Keywords. Governance - Food Security - Sustainability.

I - Introduction

De nos jours, la gouvernance constitue un axe central des politiques publiques et privées suite aux exigences de la modernisation à l'ère du 21^{ème} siècle. Cette importance est d'autant stratégique lorsqu'il s'agit de la question alimentaire des pays.

En effet, la sécurité alimentaire est mise à l'agenda politique aussi bien des pays en développement que les pays développés et se matérialise dans l'action des pouvoirs publics qui voient dans la gouvernance alimentaire un levier pour répondre aux multiples enjeux de durabilité (Rabillard, 2014). D'autant plus, la gouvernance n'est toujours interpellée que lorsqu'il y a un problème de performance au sein d'un système, que l'on soit en entreprise, au niveau de l'État, d'une organisation, d'une région, ou d'un territoire (Bakkour, 2013). C'est pourquoi nous focalisons sur l'importance stratégique que requiert la gouvernance dans les politiques

publiques de développement. Devant l'importance d'un tel concept mais également face à ses multiples définitions et approches, nous voulons par ce présent article, d'une part, faire le point sur les différentes approches de la gouvernance et son rapport avec la sécurité alimentaire et proposer l'approche la plus opportune pour le contexte marocain et d'autre part, analyser la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc et ce, à travers le questionnement suivant :

- Quels sont les acteurs de la sécurité alimentaire au Maroc ?
- Comment est gouvernée la sécurité alimentaire au Maroc ?
- Quels sont les points forts, les points faibles, les enjeux et défis de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc ?

II - Matériels et Méthodes

L'approche méthodologique poursuivie est une approche qualitative faisant appel aux outils suivants :

- Une analyse bibliographique et revue documentaire sur les approches de gouvernance et son rapport avec la sécurité alimentaire ;
- Une analyse SWOT de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc à travers l'entretien semi directif avec des personnes ressources auprès du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts au Maroc ;
- Une analyse comparative du Maroc avec des pays ayant une riche expérience dans la gouvernance alimentaire (France et Singapour). Le choix de ces deux pays émane de leur classement dans le Golbal Food Securiy Index et des stratégies mises en place pour assurer la sécurité alimentaire (Toumi, 2016).

III - Résultats et discussion

1. Les différentes approches de la gouvernance : quelle opportunité pour le Maroc ?

La polysémie du terme "gouvernance" a soulevé les débats scientifiques et autour duquel il n'y a pas une définition commune (Bakkour, 2013). Quatre principales approches théoriques ont marqué la définition de ce concept à savoir : la gouvernance d'entreprise, la gouvernance publique (Bakkour, 2013), la gouvernance des biens communs considérée comme une 3ème voie alternative aux rôles de l'état et du marché dans la performance des systèmes de gestion (Ostrom, 1990) et la gouvernance multi-niveaux (Divay et Paquin, 2013).

L'analyse de ces définitions des quatre principaux courants de la gouvernance laisse constater que pour la gouvernance publique, multi-niveaux et la gouvernance d'entreprise, il y a une convergence vers plus de transparence d'information et de partage et de recherche de performance basé sur l'efficacité et la responsabilité.

Par contre, la gouvernance des biens communs se focalise plus sur les modalités et les règles de fonctionnement et de sanction élaborés par les individus constituant eux même l'organisation afin de gérer efficacement leurs ressources communes.

En rapport avec la sécurité alimentaire, la gouvernance apparait comme un gage d'efficacité de gestion des enjeux liés à la sécurité alimentaire des pays. Il est reconnu, aujourd'hui, que les institutions, les règles et les processus politiques jouent un rôle important dans la croissance de la production agricole durable, l'augmentation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle et l'amélioration des moyens d'existence et le bien-être de tous (FAO, 2011). Tout un concept de la gouvernance de la sécurité alimentaire a vu le jour et définit par la FAO comme suit : la gouvernance de la sécurité alimentaire se rapporte aux règles et processus formels et informels

à travers lesquels les intérêts sont articulés, les décisions relevant de la sécurité alimentaire sont élaborées, mis en œuvre et renforcées de la part des membres d'une société (FAO, 2011).

S'agissant du cas du Maroc où la régionalisation avancée au Maroc est en phase d'installation de la réforme de décentralisation (IRES, 2014) et en se référant aux différentes approches de la gouvernance (Dorval, 2010), nous privilégions une approche institutionnelle que nous qualifions d'hétérodoxe, focalisée sur les aspects de transversalité et de décloisonnement des institutions qui œuvrent pour la sécurité alimentaire au Maroc. En effet, selon l'étude menée par l'OCDE/FAO/UNCDF en 2016 sur l'approche territoriale dans les politiques de sécurité alimentaire et nutritionnelle, Il est nécessaire de procéder à un changement de paradigme, allant vers une politique de sécurité alimentaire et nutritionnelle caractérisée par des interventions multisectorielles, ascendantes et territoriales.

Une telle approche s'inscrit dans la définition du concept de la gouvernance de la sécurité alimentaire et renforce l'idée que la gouvernance est avant tout une question de coordination entre acteurs qui suppose une vision commune des enjeux de la sécurité alimentaire, la concertation, le partage de l'information, la coopération et la prise de décision.

2. Acteurs de la sécurité alimentaire au Maroc

Plusieurs acteurs institutionnels et non institutionnels ont un lien direct ou indirect avec la sécurité alimentaire. La figure ci-après présente une cartographie des acteurs qui œuvrent pour la sécurité alimentaire au Maroc. Il ressort de cette figure la multitude des acteurs de la sécurité alimentaire avec des stratégies sectorielles qui ne reflètent pas pleinement la nature transversale de la sécurité alimentaire et ne disposent pas d'une approche globale intégrée. En effet, chaque secteur en lien avec la sécurité alimentaire (santé, pêches, nutrition, agriculture, eau, forêts, ...) dispose de sa propre stratégie indépendamment des autres stratégies.

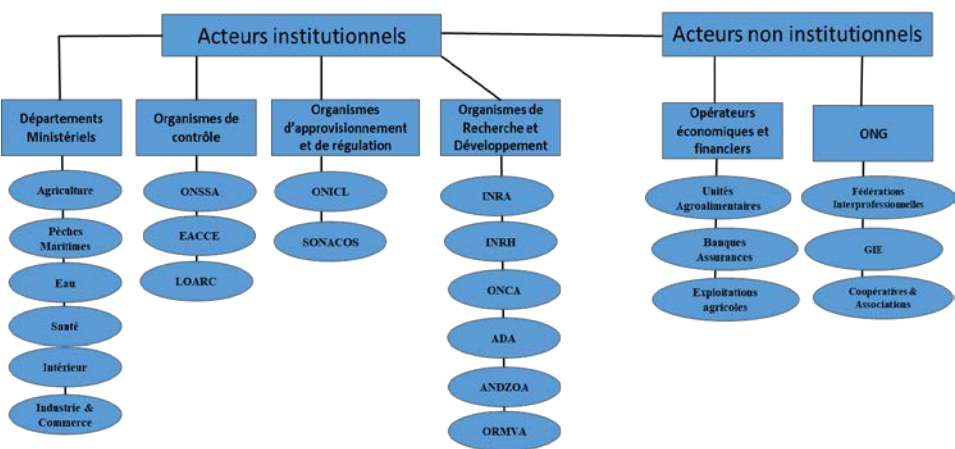


Figure 1. Acteurs de la sécurité alimentaire au Maroc (Source : Nos investigations)

3. Diagnostic de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc

L'analyse SWOT de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc nous a permis de dresser le tableau suivant relatant les principales forces, faiblesses, opportunités et menaces. Le Maroc, malgré ses stratégies sectorielles décentralisées avec une approche régionale, présente des insuffisances en termes de gouvernance liées principalement à l'absence d'un dispositif national de gouvernance de la sécurité alimentaire avec une vision globale intégrée.

En plus, la transversalité entre institutions concernés par la sécurité alimentaire en termes de coordination, convergence et intégration n'est pas suffisamment développée.

Tableau 1. Analyse SWOT de la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc.

FORCES	FAIBLESSES
Existence de stratégies sectorielles liées à l'alimentation et à la nutrition (Plan Maroc Vert, Plan Halieutis, Plan National de l'Eau, Stratégie Agro-industrie, Stratégie nutrition et santé, ...); Décentralisation des politiques sectorielles publiques.	Absence d'approche globale intégrée de la sécurité alimentaire ; Transversalité entre les institutions : coordination, convergence et intégration sont limités ; Absence d'un dispositif national de gouvernance.
OPPORTUNITES	MENACES
Gouvernance mondiale de l'alimentation Partenariat mondial pour l'agriculture, la sécurité alimentaire et la nutrition (initiative de la France) Régionalisation avancée Territorialisation des politiques publiques.	La sécurité alimentaire n'est pas placée au rang des priorités nationales ; Vulnérabilité économique et environnementale du Maroc principalement dues au changement climatique et fluctuation des prix agricoles.

Source : Nos investigations

4. Leçons tirées du benchmark international sur la sécurité alimentaire au Maroc

En termes d'élaboration des stratégies et positions dans le domaine de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, la France s'appuie sur un groupe de travail, le Groupe interministériel français sur la sécurité alimentaire (GISA), qui associe l'ensemble des acteurs français (ministères, agence française de développement, institutions de recherche, organisations non gouvernementales, profession agricole et fondations). Il est co-présidé par le Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et le Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire. Les travaux du GISA font l'objet d'une approche intersectorielle de la sécurité alimentaire conformément à la définition établie lors de la Conférence mondiale de l'Alimentation, à Rome en 1996.

Par contre en Singapour, et afin de faire face à sa sensibilité aux fluctuations de l'offre alimentaire dont il dépend (Singapour importe plus de 160 pays ses besoins en denrées alimentaires) ainsi que les incidents de la sécurité alimentaire à l'étranger, le Gouvernement de Singapour était contraint de développer une feuille de route pour assurer sa sécurité alimentaire durablement. Ainsi, il a chargé une seule autorité gouvernementale à savoir AVA "Agri Food and Veterinarian Authority" aussi bien de la sécurité sanitaire des aliments (contrôle et analyses biochimiques) que de la facilitation du commerce agricole (exports/imports) et de l'approvisionnement en aliments sains. Les principales fonctions de l'AVA sont d'assurer la sécurité alimentaire, de garantir un approvisionnement alimentaire résilient, de protéger la santé animale et végétale, de protéger le bien-être animal, de promouvoir l'agro-technologie, d'investir dans la recherche et le développement et de protéger la faune (Toumi, 2016).

A travers cette esquisse de modèles de gouvernance de la sécurité alimentaire dans ces deux pays et la comparaison avec le Maroc, nous avons pu glaner les leçons suivantes pour une bonne gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc :

- La sécurité alimentaire constitue un défi mondial nécessitant une approche intersectorielle et exigeant une intense coordination entre acteurs nationaux, régionaux et locaux ;
- La gouvernance alimentaire occupe une place stratégique pour la mise en place des stratégies de sécurité alimentaire efficaces et durables ;
- L'adoption d'une approche intégrée et multidisciplinaire pour l'élaboration d'une feuille route afin d'assurer la sécurité alimentaire durable d'un pays qui tourne globalement autour de 3 axes stratégiques :
 - ✓ Dispositif de gouvernance pour assurer la coordination et la communication autour d'un objectif unique celui d'assurer durablement la sécurité alimentaire d'un pays ;
 - ✓ Veille et prospective de la situation alimentaire d'un pays ;
 - ✓ Appui financier pour faire face à la volatilité des prix des produits agricoles et assurer leur accessibilité.

5. Vers la conception d'un dispositif de gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc

A la lumière des résultats obtenus, nous avançons que la sécurité alimentaire au Maroc nécessite une mobilisation des différents acteurs dans une vision intégrée et durable. Cette mobilisation ne peut se réaliser en l'absence d'un dispositif national de gouvernance, qui peut prendre la conception suivante :

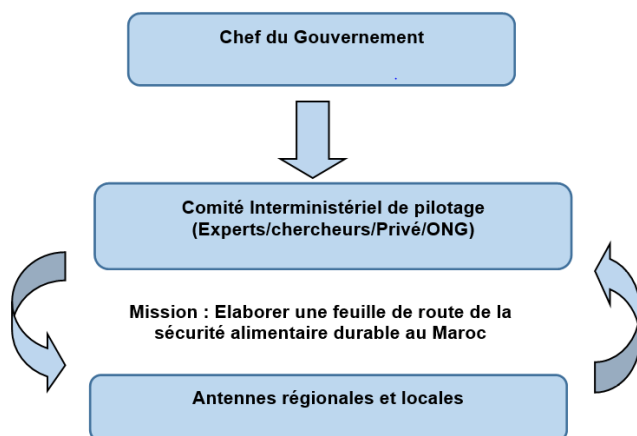


Figure 2. Conception de dispositif national de gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc

Placé sous l'autorité du chef du gouvernement, ce comité interministériel de pilotage doté d'antennes régionales et locales fera recours aux experts, chercheurs et opérateurs privés et de la société civile et aura pour mission principale l'élaboration d'une feuille de route de la sécurité alimentaire durable au Maroc.

IV - Conclusions

En guise de conclusion, il y lieu de rappeler que cette recherche avait pour objectifs, d'une part, de faire le point sur les différentes approches de la gouvernance en rapport avec la sécurité alimentaire et d'autre part, analyser la gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc. Compte tenu des enjeux auxquels est confronté le Maroc notamment la vulnérabilité économique et environnementale principalement dues au changement climatique et aux

fluctuations des prix agricoles qui menacent sa sécurité alimentaire, la gouvernance alimentaire devra occuper une place stratégique dans les politiques publiques de développement du pays.

Un tel choix politique en faveur de la gouvernance de la sécurité alimentaire nécessite l'adoption d'une approche intégrée et multidisciplinaire autour d'un dispositif national de gouvernance ayant pour objectif unique d'assurer durablement la sécurité alimentaire du pays.

Remerciements

J'ai réalisé ce travail grâce à l'appui de nombreuses personnes qui m'ont aidée directement ou indirectement. La liste de ces personnes ne sera jamais exhaustive.

Je tiens tout d'abord à témoigner ma plus vive gratitude à mon directeur de thèse M. Mohamed El Amrani pour m'avoir encouragé et orienté pour participer au deuxième Méditerranéen Forum 2018. Ses conseils ont été d'une grande pertinence et utilité pour l'acceptation de ma présentation à ce forum.

Je voudrais remercier également M. Norredin Driouech pour ses conseils et encouragements pour présenter ma contribution audit Forum

Mes remerciements vont également à toutes les personnes interviewées du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts pour leur temps et réponses pertinentes qui ont, certes, enrichi les résultats obtenus de ce travail.

Je n'oublierai pas de remercier les organisateurs du deuxième Méditerranéen Forum 2018 de leur accueil chaleureux, de la qualité de l'organisation de cet évènement de recherche scientifique qui m'a permis de faire valoir mon travail et faire des liens de recherche scientifique.

Enfin, je tiens à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Références bibliographiques

- Bakkour D., 2013.** *Un essai de définition du concept de gouvernance*. Montpellier: LAMETA UMR. Etudes et synthèses, 5.
- Divay G., Paquin S., 2013.** L'administration publique dans la gouvernance multinationale : état de la question et perspectives. *Telescope*, 19(1): 1-24.
- Dorval B., 2010.** *Gouvernance : Théories & pratiques*. Montréal: Editions de l'institut d'études internationales de Montréal, UQAM.
- FAO, 2011.** *Good food security governance: The crucial premise to the Twin-Track approach*. Background paper.
- IRES, 2014.** *Sécurité alimentaire et sanitaire face au changement climatique : essai pour une stratégie d'adaptation, dans le cadre d'une gouvernance intégrée au Maroc. Rapport de synthèse*. Publications IRES.
- OECD/FAO/UNCDF, 2016.** *Adopting a territorial approach to food security and nutrition policy*. Paris: OCDE.
- Ostrom E., 1990.** *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Rabillard J.L., 2014.** *Gouvernance alimentaire : Le Nord-Pas-de calais joue la proximité*. Fondation Jean Jaurès, Observatoire de l'innovation locale, note 29, pp. 1-7.
- Toumi L., 2016.** Sustainable food security in Morocco: Challenges & opportunities. *AGROFOR International Journal*, 1(1): 30-40.

Anti-bacterial and anti-adherence activity of *Enterococcus* spp. against *Staphylococcus aureus* CECT 976

Mariam Zanzan^{1,2}, Fouad Achemchem¹, Fatima Hamadi², Hassan Latrache³, Abdelkhaleq Elmoslih^{1,2}, Khadouj Amzil², Rachida Mimouni²

¹ Bioprocess and Environment Team, LASIME, Agadir School of Technology, Ibn Zohr University, Agadir (Morocco)

² Laboratory Microbial Biotechnology and Plant Protection, Ibn Zohr University, Faculty of Sciences, Agadir (Morocco)

³ Laboratory Bioprocesses and bio-interfaces, Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Techniques, Beni-Mellal (Morocco)

Abstract. Lactic acid bacteria (LAB) have been associated with dairy products and are generally considered as beneficial microorganisms. They are used to improve the safety and the quality of food products by the production of many substances, such as organic acids, diacetyl, hydrogen peroxide and bacteriocins. *Enterococcus* spp. are among LAB group widely found in Mediterranean dairy products and they have been used as probiotics and bioprotective cultures in fermentative processes to control the growth of pathogenic bacteria. Moreover, they had the ability to form biofilms offering barriers against the colonization by other bacteria on biotic and abiotic surfaces. However, to our knowledge no study on the use of *Enterococcus* strains as a positive biofilm to control pathogen's adhesion on abiotic surfaces was reported. The objective of this study was to use, on one hand, *Enterococcus* spp. as protective culture in the dairy industry. On the other hand, the use of *Enterococcus* spp. as positive biofilm against adhesion of *Staphylococcus aureus* 976 on Stainless steel. The results showed that *E. faecium* and *E. faecalis* tested had a large spectrum against *Staphylococcus aureus* 976, and their abilities to reduce the adhesion of *Staphylococcus aureus* 976 were more than 2 log UFC/cm².

Keywords. *Enterococcus* spp. - Adhesion - Biofilm - *Staphylococcus aureus* CECT 976 - Stainless steel 316L.

Activité antibactérienne et anti-adhérence d'*Enterococcus* spp. à l'encontre de *Staphylococcus aureus* CECT 976

Résumé. Les bactéries lactiques (LAB) isolées à partir des produits laitiers sont considérées depuis longtemps comme des micro-organismes bénéfiques. Ils sont utilisés pour améliorer la qualité et la sûreté des produits alimentaires en produisant de nombreuses substances telles que: les acides organiques, le diacétyle, le peroxyde d'hydrogène et les bactériocines. *Enterococcus* spp. fait partie du groupe des bactéries lactiques largement répandu dans les produits laitiers méditerranéens. Ils ont été utilisés comme probiotiques et comme cultures bio-protectrices dans les processus de fermentation destinés à contrôler la croissance des bactéries pathogènes. En outre, ils étaient capables de former des biofilms offrant des barrières contre la colonisation par d'autres bactéries sur des surfaces biotiques et abiotiques. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a été reportée sur l'utilisation de souches d'*Enterococcus* comme biofilm positif afin de contrôler l'adhésion sur l'acier inoxydable de bactéries pathogènes. L'objectif de cette étude était d'une part, l'utilisation d'*Enterococcus* spp. comme culture bio-protectrice dans l'industrie laitière. D'autre part, comme biofilm positif à l'encontre de l'adhésion de *Staphylococcus aureus* CECT 976 sur l'acier inoxydable. Les résultats ont montré que *E. faecium* et *E. faecalis* testés présentent un spectre large contre *Staphylococcus aureus* 976 et que leur capacité à réduire l'adhésion de *Staphylococcus aureus* 976 était supérieure à 2 unités log UFC / cm².

Mots-clés. *Enterococcus* spp – Adhésion – Biofilm - *Staphylococcus aureus* CECT 976 - Acier inoxydable 316L.

I - Introduction

Antibiotic resistance as a growing problem across the world stimulates wide efforts for finding safe and natural antibiotic alternative agents such as probiotics. Recently, the use of probiotics as natural live microorganisms against antibiotic-resistant and food-spoilage microorganisms has been reconsidered as an alternative to antibiotics and certain chemical preservatives. Moreover, the Adhesion of pathogenic microorganisms to equipment materials used in dairy industry and biofilm development are sustainable sources of contaminations that are responsible for food-related illness and important economic losses. This lifestyle confers protection to bacterial cells and decreases the efficiency of cleaning and disinfection procedures, because of their ability to persist in surfaces. Biofilms are aggregates microorganisms attached to each other's and embedded in a matrix of extracellular polymeric substances (EPS), which allowed their elimination more difficult from food processing environment. *Staphylococcus aureus* is well admitted for its ability to adhere and form biofilm in food surfaces (Hamadi *et al.*, 2005; Oulahal *et al.*, 2008) representing an important risk for food industries. Contamination of food during preparation, caused by the presence of bacteria in dairy surfaces is one of the main sources of foodborne outbreaks. Moreover, it can be a source of contamination for other foods and surfaces (Teixeira *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2003). In order to avoid contamination and biofilm formation by *Staphylococcus aureus*, it's important to eliminate or control its biofilm. Most workers had focused on the use of chemical treatment to eliminate the adhesion and biofilm formation (Muazu *et al.*, 2015; Emanuel *et al.*, 2010). Hence, the elimination of biofilm could not be effective to prevent them. Therefore, strategies using biofilms produced by the competitive exclusion microorganisms to inhibit foodborne pathogens in the food processing environments are of major importance. Enterococcus spp. are an important part of the natural Lactic acid bacteria consortium. They have been used as positive biofilm to control spoilage and pathogenic bacteria in sessile states (Ait Meddour *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2015).

This study aims to use food isolated *Enterococcus strains* as bioprotective cultures in the dairy industry, and as positive biofilm against adhesion of *Staphylococcus aureus* CECT 976 on Stainless steel 316L.

II - Materials and Methods

1. Bacterial strains, growth and culture conditions

Enterococcus spp. used in this study were isolated by Elmoslih *et al.* (2017) and Achemchem *et al.* (2005) from different type of milk. The strain pathogen was *Staphylococcus aureus* 976 (CECT) from the Spanish Type Culture Collection. Strains of *Enterococcus* spp. were grown in MRS broth (Man, Rogosa, and sharpe) and *Staphylococcus aureus* 976 in BHI for 16h at 30°C.

The cells were harvested by centrifugation at 4000×g for 20 min at 4°C, then the supernatants were removed. Finally, the pellets were dissolved in a sterile saline solution and adjusted to 10⁸ CFU/ml. The suspensions were used for further experiments.

2. Antibacterial activity of *Enterococcus* spp.

The inhibitory activity spectrum was obtained using the agar spot test against *S. aureus* 976 (Casla *et al.*, 1996). 5 µl aliquots of an overnight culture of each producing strain was spotted onto unbuffered appropriate agar plates and incubated for approximately 24h. After that the plates, were then overlaid with 6 ml of soft agar medium (0.75% agar) seeded with against *S. aureus* 976, and then incubated. The sensitivity of the strain was evaluated by checking for clear zones around spots.

A. Surface preparation

The material used was stainless steel 316L. The material was cut into 1cm² squares (10/10/2 mm coupons-tests), and these surfaces were cleaned by soaking them in ethanol 95% for 15 min. and were rinsed three times with distilled water. Finally, the substrate was autoclaved for 20 min/120°C. (Hamadi *et al.*, 2014; Akbas *et al.*, 2016).

3. Effect of *Enterococcus* spp. biofilm against bacterial adherence

The surfaces have been already colonized by *Enterococcus* spp. were rinsed three times with sterilized distilled water. Then, ten milliliter of *S. aureus* 976 suspension was deposited on AISI 316L for 3 hours at 30°C. After the contact time, the surfaces were then rinsed three times to remove non adhering bacteria. To detach the bacteria cells adhered to surfaces, this latter were immersed in a test tube containing 20 ml of physiological water and sonicated for 10 min, and then the count was determined using the serial dilution technique with cultured bacteria in chapman for *Staphylococcus aureus*, for 24hours at 30°C with triplicate repetition for each strain. (Speranza *et al.*, 2009).

A. Statistical analysis

Data analysis was performed using the Software STATISTICA version 6. Newman-keuls test was used to compare between bacteria (P-Values < 0.05 were considered significant). Different letters (a, b, c, and d) indicates significant differences among the strains studied.

III - Results and discussion

1. Antibacterial activity of *Enterococcus* spp.

The strains studied showed an inhibitory activity against *S. aureus* 976 in a plat assay (Table 1). The twelve strains isolated showed a strong inhibitory activity toward *S. aureus* 976. These results were in agreement with different research which showed that *Enterococcus* spp. have the ability to inhibit bacteria by different mechanisms such as the production of enterocins (Onda *et al.*, 2002; Ait Meddour *et al.*, 2015).

Table 1. Anti-bacterial activity of twelve *Enterococcus* spp. strains against *Staphylococcus aureus* 976.

Code	Species	<i>S. aureus</i> 976
A1	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
A7	<i>Enterococcus faecalis</i>	+++
A8	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
A9	<i>Enterococcus faecalis</i>	+++
A10	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
A11	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
A12	<i>Enterococcus faecalis</i>	+++
A13	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
A14	<i>Enterococcus faecium</i>	++
A15	<i>Enterococcus faecium</i>	+++
F58	<i>Enterococcus faecium</i>	++
F420	<i>Enterococcus hirae</i>	++

Sensitivity was expressed as the size of inhibition zones: (-): <1 mm; +: 1-10; ++: 10-20 mm; +++: >20 mm;

2. Anti-adherence of *Staphylococcus aureus* using *Enterococcus* spp. biofilm

The anti-adhesion of *S. aureus* 976 by a group of 10 days of *Enterococci* strains on AISI 316L showed a significant difference between *Enterococci* (Figure 1). The treatment of AISI 316L with *Enterococcus* spp. reduce *S. aureus* 976 adhesion ~ 2 log CFU/ml for A12 and A11. And a moderate reduction adhesion ~ 1.3 log CFU/ml for other strains except for A15 which showed a low reduction of *S. aureus* 976 by reaching 0.91 log CFU/ml reduction. Our results strongly showed the efficacy of *Enterococcus* spp. biofilms in reducing *S. aureus* 976 adhesion. In line with another finding (Amel, Farida et al. 2015) demonstrated that *Enterococcus durans* impair the adhesion and biofilm formation of pathogenic bacteria on plastic and stainless steel. This adhesion's reduction could be explained by the ability of *Enterococcus* spp. to produce EPS, which invasive the surfaces and reduce the adhesion of *S. aureus* 976. Moreover, by the production of bacteriocins, that's decrease the adhesion of pathogens.

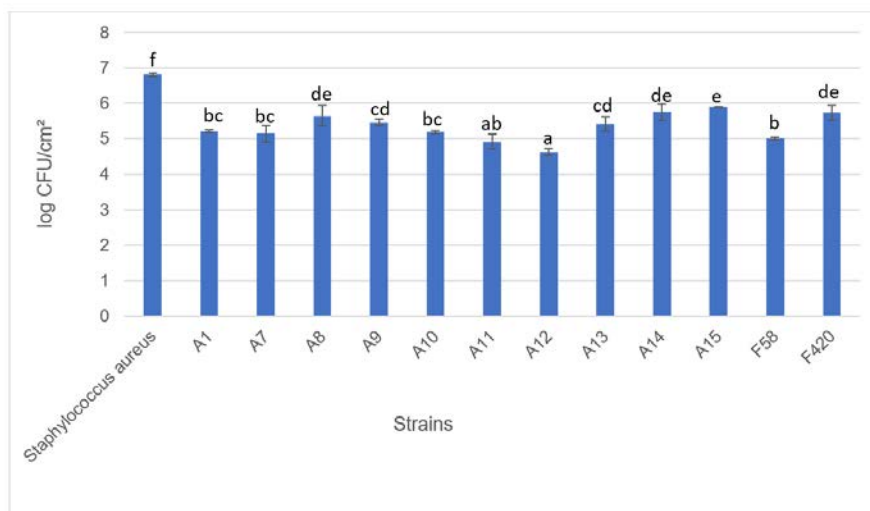


Figure 1. Adhesion inhibition of *Staphylococcus aureus* 976 by *Enterococcus* spp. on AISI 316L.

IV - Conclusions

The use of *Enterococcus* spp. as positive biofilm revealed to reduce adhesion of *S. aureus* 976 approximately 2 log CFU/cm² for some strains. This work unveiled the use of *Enterococcus* spp. tested as potential probiotics and also as strategy for preventing bacteria adhesion and biofilm formation on AISI 316L to mitigate contamination of dairy product. The use of exclusion method: treatment of surfaces by *Enterococcus* spp. would represent more realistic approach on industries than other methods such as displacement and competition since preventing them is better than remove them.

References

Achemchem F., Martínez-Bueno M., Abrini J., Valdivia E., Maqueda M., 2005. *Enterococcus faecium* F58, a bacteriocinogenic strain naturally occurring in Jben, a soft, farmhouse goat's cheese made in Morocco. *Journal of Applied Microbiology*, 99(1): 141-150. doi : [10.1111/j.1365-2672.2005.02586.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02586.x)

- Akbas M. Y., Cag S., 2016. Use of organic acids for prevention and removal of *Bacillus subtilis* biofilms on food contact surfaces. *Food science and technology international*, 22(7): 587-597. doi: [10.1177/1082013216633545](https://doi.org/10.1177/1082013216633545)
- Ait Meddour A., Farida B., Djamila S., 2015. Anti-adherence potential of *Enterococcus durans* cells and its cell-free supernatant on plastic and stainless steel against foodborne pathogens. *Folia microbiologica*, 60(4): 357-363. doi: [10.1007/s12223-014-0367-6](https://doi.org/10.1007/s12223-014-0367-6)
- Casla D., Requena T., Gómez R., 1996. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from goat's milk and artisanal cheeses: Characteristics of a bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* IFPL105. *Journal of Applied Bacteriology*, 81(1):35-41. doi: [10.1111/j.1365-2672.1996.tb03279.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1996.tb03279.x)
- Elmoslih A., Zanzan M., Aissa R., Hamadi F., Ait Baddi G., Ben Aoumar A.A., Achemchem F., 2017. Isolation and characterization of bacteriocinogenic enterococcal and lactococcal strains from south of Morocco dairy product. *Biotechnology Journal International*, 18(4): 1-16. doi: [10.9734/BJI/2017/32919](https://doi.org/10.9734/BJI/2017/32919)
- Emanuel V., Adrian V., Diana P., 2010. Microbial biofilm formation under the influence of various physical-chemical factors. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24(3):1993-1996. doi: [10.2478/V10133-010-0056-9](https://doi.org/10.2478/V10133-010-0056-9)
- Hamadi F., Asserne F., Elabed S., Bensouda S., Mabrouki M., Latrache H., 2014. Adhesion of *Staphylococcus aureus* on stainless steel treated with three types of milk. *Food Control*, 38: 104-108. doi: [10.1016/j.foodcont.2013.10.006](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.10.006)
- Hamadi F., Latrache H., Mabrouki M., Elghmari A., Outzourhit A., Ellouali M., Chtaini A., 2005. Effect of pH on distribution and adhesion of *Staphylococcus aureus* to glass. *Journal of Adhesion and Science of Technology*, 19(1): 73-85. doi: [10.1163/1568561053066891](https://doi.org/10.1163/1568561053066891)
- Li Q. et al., 2015. Aggregation and adhesion abilities of 18 lactic acid bacteria strains isolated from traditional fermented food. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 3(2): 84-92.
- Muazu A., Rahman N.I.A., Abdullahi U.F., Aliyu S., Ogidi J., Umar A.F., 2015. Assessment of chemical disinfectants efficacy against *Escherichia coli* biofilm developed on glass and wood at refrigeration and room temperatures. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(12): 74-79 doi: [10.7324/JAPS.2015.501212](https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.501212)
- Onda T., Yanagida F., Uchimura T., Tsuji M., Ogino S., Shinohara T., Yokotsuka K., 2002. Widespread distribution of the bacteriocin-producing lactic acid cocci in Miso-paste products. *Journal of Applied Microbiology*, 92(4): 695-705. doi: [10.1046/j.1365-2672.2002.01573.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01573.x)
- Oulahal N., Brice W., Martial A., Degraeve P., 2008. Quantitative analysis of survival of *Staphylococcus aureus* or *Listeria innocua* on two types of surfaces: Polypropylene and stainless steel in contact with three different dairy products. *Food Control*, 19(2): 178-185. doi: [10.1016/j.foodcont.2007.03.006](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.006)
- Silva C. A. S., Andreade N.J., Soares N.F.F., Ferreira S.O., 2003. Evaluation of ultraviolet radiation to control microorganisms adhering to low-density polyethylene films. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34(2): 175-178. doi: [10.1590/S1517-83822003000200017](https://doi.org/10.1590/S1517-83822003000200017)
- Speranza B., Sinigaglia M., Corbo M.R., 2009. Non starter lactic acid bacteria biofilms: a means to control the growth of *Listeria monocytogenes* in soft cheese. *Food Control*, 20(11): 1063-1067. doi: [10.1016/j.foodcont.2009.01.006](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.01.006)
- Teixeira P., Silva S., Araújo F., Azeredo J., Oliveira R., 2007. Bacterial adhesion to food contacting surfaces. In: Méndez-Vilas A. (ed.). *Communicating current research and educational topics and trends in applied microbiology*. Formatext, pp. 13-20.

Une agriculture durable au service d'une alimentation durable

Culture de l'olivier dans la steppe algérienne

Malika Zoubeidi*, Azzedine Dahane*

*Laboratoire d'agro biotechnologie et de nutrition des zones aride. Université Ibn Khaldoun, Tiaret (Algérie)

*e-mail: zoubeidimalika@yahoo.fr

Résumé. L'oléiculture a une place considérable dans l'économie de l'Algérie. D'ailleurs, une prise de conscience s'est opérée depuis le début du millénaire à ce sujet pour améliorer la conduite du verger oléicole, réfléchir à son extension sur des terres où l'intensification de la production est possible. Classée septième à l'échelle mondiale, en matière de production d'huile d'olive, et cinquième mondialement pour la production de l'olive de table avec 220.000 t/an (Amarni, 2015). La filière oléicole s'est ouverte de nouveaux espaces ces dernières années, notamment à l'est, les hauts plateaux et au sud du pays, avec une production appréciable. En effet, grâce à la politique du soutien depuis 2000, des localités qui, avant, étaient entièrement indifférentes affichent dernièrement un intérêt important pour la culture de l'olivier vu l'accroissement des besoins de consommation des olives et d'huile d'olive. La présente étude a pour objectif d'analyser les effets induits par le PNDAR mené depuis l'an 2000, à travers une étude de cas dans la zone nord de la wilaya de Djelfa. Les résultats ont révélé que les agriculteurs bénéficiaires du soutien dans la filière en question, n'ont profité que d'un encouragement d'extension des superficies cultivées en oliviers et d'une augmentation de la production d'olives et d'huile d'olive. Cependant, malgré le faible taux de rentabilité financière, les habitudes alimentaires ont été modifiées et la consommation de l'huile d'olive est devenue plus qu'indispensable. Sur le plan écologique, cette culture a aidé à protéger les sols et à améliorer le couvert végétal.

Mots-clés. Alimentation durable - Développement durable - *Olea europaea* - PNDAR - Algérie.

Sustainable agriculture at the service of sustainable food: Olive growing in the Algerian steppe.

Abstract. Olive growing has a considerable place in the economy of Algeria. Moreover, an awareness has been raised since the beginning of the millennium on this subject to improve the management of the olive orchard, to think about its extension on lands where intensification of production is possible. Ranked seventh worldwide for olive oil production, and fifth worldwide for table olive production with 220,000 t / year (Amarni, 2015). The olive oil sector has opened up new areas in recent years, notably in the east, the highlands and in the south of the country, with appreciable production. Indeed, thanks to the policy of support since 2000, localities which, before, were entirely indifferent have recently shown significant interest in the cultivation of the olive tree given the increase in consumption needs of olives and olive oil. The purpose of this study is to analyze the effects induced by the PNDAR carried out since 2000, through a case study in the northern area of the province of Djelfa. The results revealed that the farmers who benefited from the support in the sector in question only benefited from an encouragement to extend the areas cultivated with olive trees and an increase in the production of olives and olive oil. However, despite the low financial rate of return, eating habits have been changed and consumption of olive oil has become more than essential. Ecologically, this crop has helped protect soil and improve plant cover.

Keywords. Sustainable food - Sustainable development - *Olea europaea* - PNDAR – Algeria.

I - Introduction

En Algérie, l'agriculture garantit une dimension socio-économique importante. Après son indépendance, l'un des objectifs les plus importants était de garantir l'autosuffisance alimentaire de la population et de développer la production agricole afin d'en faire un pilier indispensable de l'économie nationale. Cependant, après la dernière crise pétrolière (juin 2014 à nos jours), le développement agricole et les questions d'autosuffisance alimentaire et la diversification de

l'économie sont au centre des préoccupations nationales, afin de garantir la sécurité alimentaire de la population, notamment en produits de base.

La politique agricole a retenu comme objectif prioritaire la promotion de la production nationale. Ainsi, les choix stratégiques se sont basés sur l'introduction d'un modèle technique moderniste axé sur l'intensification, conçu comme principal instrument de l'augmentation de la production.

Dans cette logique, l'intervention de l'Etat dans la filière oléicole tient à l'importance de celle-ci comme une alternative de diversification de l'économie et de la promotion des exportations hors hydrocarbures. Des mesures de soutien ajustées aux réformes économiques globales ont assuré la promotion de cette filière.

En effet, l'État algérien a mis en place un Plan National Oléicole (PNO) en 2000. Ce plan avait comme objectifs, l'extension de la superficie des oliveraies à 500 000 ha, à l'horizon 2010 (MADR, 2008), ceci en vue d'encourager concrètement l'oléiculture, en tant qu'activité économique, source de richesse et génératrice d'emplois. L'extension de l'oléiculture sur tout le territoire national selon le mode de production intensive se traduit par un triplement des plantations d'oliviers en Algérie durant les dix dernières années. "En termes d'équivalents plants, entre 2000 et 2012, le chiffre passait de 16,8 millions de plants en 2000 à 48 millions de plants à fin 2012", (Belkessam, 2013).

Selon des informations rapportées par la direction des services agricole (DSA), la superficie oléicole dans la Wilaya de Djelfa, a fait un progrès colossal de 2000 à 2015, passant de 150 à plus de 11.000 ha, dont plus de 6.500 ha en production, les responsables des services agricoles de la wilaya ajoutent qu'une production globale de plus de 1,8 million de litres d'huile d'olive a été enregistrée en 2014/2015 (DSA Djelfa, 2016).

Dans ce contexte, nous avons jugé légitime de poser la question principale suivante :

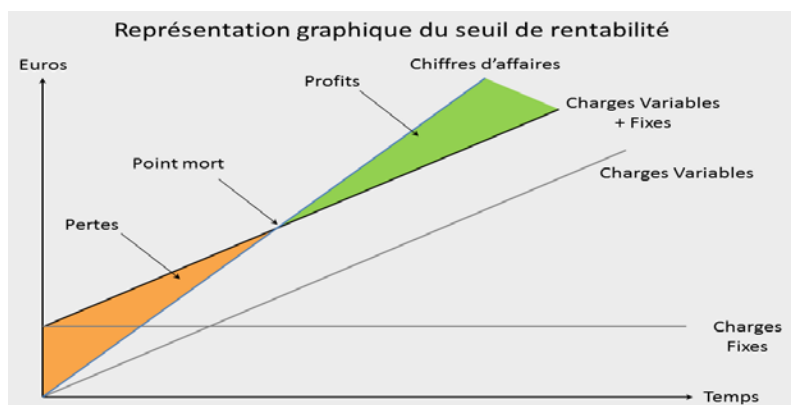
Quel est l'impact du PNDAR sur le développement de la culture de l'olivier et sur le comportement des agriculteurs de la wilaya de Djelfa ?

II - Matériel et méthodes

Nous avons choisi la wilaya de Djelfa comme une grande zone d'étude pour notre travail, parce qu'elle est considérée comme une expérience de réussite dans la zone steppique en termes de l'oléiculture avec plus de 2.5 millions d'olivier en 2015. En effet, la wilaya de Djelfa connaît depuis quelques années une dynamique importante en ce qui concerne l'oléiculture, cette culture est en plein essor (la surface oléicole a évolué de manière très rapide, de 150 ha en 2000 à environ 11000 ha en 2015), pour cela il nous est apparu judicieux de mener cette contribution afin d'étudier les effets induits du programme de développement agricole et rural sur cette espèce dans la zone steppique (la wilaya de Djelfa), et d'identifier les limites et les atouts (surtout socio-économiques) de cette culture dans la région d'étude.

Pour cela, un échantillon de 12 exploitations a été enquêté, représentant environ 15% du total des producteurs d'oliviers dans la région. Le calcul du seuil de rentabilité a été la méthode de calcul de la rentabilité financière, il permet de déterminer le montant du chiffre d'affaires à réaliser au cours d'une période pour atteindre l'équilibre (ou le point mort), c'est-à-dire avoir un résultat égal à zéro (Total des charges = Total des produits).

Figure 1. Présentation graphique de la notion du seuil de rentabilité.



III - Résultats et discussions

1. Analyse technique

A travers ces résultats, nous avons exposé les caractéristiques générales des exploitations enquêtées. 50 % des exploitations ont une ancienneté qui varie entre 10 et 12 ans (créées avec la naissance du PNDAR, spécialement pour profiter de l'aide de l'Etat à l'oléiculture, la plupart des agriculteurs enquêtés ont plusieurs sources de revenu, à l'instar de l'élevage et la culture maraîchère. Avec une forte présence de la tranche d'âge qui varie entre 35 - 50 ans, la plupart des exploitants ont un niveau secondaire ou moyen de scolarisation. Autrement, il paraît que les agriculteurs ont gagné de l'expérience dans cette culture et ses techniques, surtout l'utilisation du système de goutte à goutte pour optimiser l'irrigation. Les variétés dominantes sont la Chemlal et la Sigoise.

Les niveaux des rendements et des productions varient entre 20 kg et 40 kg.

La fertilisation très insuffisante et l'introduction de l'irrigation par forage a permis de mettre en valeur des terres long temps abandonnées dans la région.

41.66% des oliviers ont un rendement légèrement plus élevé avec 27.5 kg, alors que 16.66% réalisent un rendement qui dépasse les 30 kg, ceci est dû soit à la maturation des oliviers, soit aux conditions agricoles instaurées par les agricultures (irrigation, engrais, travail du sol etc.).

En ce qui concerne la productivité (surtout l'olive destiné à la production d'huile), les résultats font apparaître l'intérêt des chefs d'exploitations enquêtés à la variété Chemlal (soutenue dans le cadre du PNDAR, quant au choix de la variété d'olive de table, la Sigoise demeure la variété préférée.

Tableau 1. Classification des exploitations selon subventions et soutiens accordés par l'Etat.

Subventions et soutiens	prix	% de subvention	Nombre	Taux %
Plantation d'oliviers + travaux + brise vent	200 DA +50 DA +35 DA	100%	200 plant/Ha	92%
Bassins d'accumulation	250000 DA	50%	40000 à 60000 L	100%
Réseau goutte à goutte	130000 DA	100%	1 à 2 exploitat/Ha	100%

Source : Notre enquête, 2018.

92% des exploitations enquêtées ont profité des subventions et soutiens accordés par l'Etat en termes de plantations et 100% de système d'irrigation.

2. Analyse économique

Estimations des charges et revenus des exploitations

Pour calculer les coûts de production, il est indispensable d'exprimer tous les intrants en terme monétaire, (plants, travail, énergie...). Il est à noter que certains de ces intrants sont difficiles à estimer de manière exacte, mais nous avons tenté, quand même, de faire une évaluation. On agrège les composantes du coût pour les exprimer confortablement en termes monétaires. Donc, les charges sont principalement :

- Les plants, et leurs travaux
- La main-d'œuvre, (permanente et saisonnière)
- Divers : énergies, location du matériel agricole, cout d'irrigation...
- La valeur de la terre (location de la terre par campagne et selon les zones).

b1- Les plants, et leurs travaux : sont, généralement, évalués à 300 DA/plants (sont pratiquement subventionnées à 100%, mais à 200 plants/Ha).

b2- La main-d'œuvre, (permanente et saisonnière) : généralement, le salaire moyen d'un travailleur permanent au sein d'une exploitation est estimé à 360.000DA (annuel), alors que le salaire d'un saisonnier (engagé pour la récolte d'olive) est apprécié à 7500 DA par mois (soit 30.000 DA par mois * 3 mois (période de la campagne) / 12 mois (pour avoir la moyenne mensuelle)).

b3- Autres charges d'exploitation :

(Energies, location du matériel agricole, coûts d'irrigation, engrais) : ces coûts varient d'une exploitation à une autre, selon la superficie, le nombre des oliviers, les techniques utilisées par les agriculteurs et les autres activités pratiquées par les exploitants (élevages ovin et bovin, volailles, maraîchage et arboriculture). Selon notre enquête, ces coûts sont estimés entre 8.000 DA et 12.000 DA/Ha. (Si on prend l'exemple de l'irrigation, l'eau dans les exploitations est d'origine des forages individuels et pratiquement sans coût. Pour avoir de l'eau au niveau des parcelles, le pompage se fait à l'aide des pompes immergées à l'intérieur des forages, ces dernières consomment de l'énergie électrique, dans ce cas l'agriculteur doit payer la consommation d'électricité).

b4- La terre : Pour l'ensemble des communes enquêtées, il est difficile d'évaluer le coût exact de la terre. Pour la plupart des exploitations (les terres voisines des exploitations enquêtées), le prix moyen de location d'une parcelle de 10 Ha avec son forage équipé d'une pompe émergée en bon état, pour une année, est d'environ 300.000 DA, soit un coût de 30.000 DA/ha.

Nous avons utilisé ces estimations pour évaluer les charges dans chaque exploitation, puis pour calculer le **seuil de rentabilité** (la première année de réalisation des bénéfices) de chaque exploitation.

Calcul du seuil de rentabilité avec et sans subventions (PNDA(R)):

- **Avec subventions (PNDAR)**

Le coût des sept 1^{ères} années = (charges fixes + Autres charges)*7+ charges initiales

Pour les sept premières années le coût = (510000+50000)*7= 3570000 DA

Charges nettes = coûts des 7 ans + charges initiales-subventions

Charges nettes = 3570000+ 60000-1200000= 2430000 DA

NB : Pendant les sept premières années, l'exploitation n'arrive pas à vendre son produit, qui n'est disponible qu'à partir de la 8^{ème} année.

La 8^{ème} enregistre le premier chiffre d'affaire effectif.

CA 8^{ème} année = Production moyennes par olivier * nombre d'olivier *prix unitaire (1 kg)

CA 8^{ème} année = 22.5kg*1200*60DA= 1620000DA

Mais cette année atteste aussi d'un recours à la main d'œuvre saisonnière, avec un montant global de 300000 DA de charges variables, qui s'ajoute aux charges de 560000 DA, ce qui change la structure des coûts et nous donne un montant total de 860000 DA.

L'ensemble des charges des 8 ans = Charges nettes + (CF+CV)

L'ensemble des charges des 8 ans =2430000 + 860000 = 3290000 DA

Chiffres d'affaires 8^{ème} année - Charges des 8 ans = 1620000- 3290000=-1670000 DA

Profits nets de l'exploitant = 780000 DA

Nombres d'années pour atténuer le montant de 1670000 = 1670000/780000 = 2.14

Seuil de rentabilité (avec subvention) = 8+2.14 ans = 10.14

- **Sans subventions (PNDAR)**

Pour arriver au point mort (coûts = revenus) il faut effectuer un CA qui est égale à **1670000+1200000 = 2870000 DA**

Nombres d'années pour atténuer le montant de 2870000 DA avec des bénéfices nets (780000DA), on calcule le seuil de rentabilité comme suit :

Seuil de rentabilité = 2870000/780000 = 3.68 + 8 = 11.68 ans

Seuil de rentabilité (sans subvention) = 11.68 ans soit 1.5 ans de plus.

Avec la même démarche on obtient le tableau suivant pour le reste des exploitations :

Tableau 2. Seuil de rentabilité des exploitations enquêtées.

Exploitation	Superficie	Nombre d'oliviers	Production /olivier	Montant de subvention global DA	Charges totales DA en 8 ^{ème} année sans subvention	CA/ 8ème année DA	Seuil de rentabilité (ans) avec subvention	Seuil de rentabilité (ans) sans subvention
EXP HF 1	30 Ha	15000	32.5 kg	4150000	26100000	29250000	8	8.08
EXP HF 2	12 Ha	6000	27.5kg	2530000	20355000	9900000	9.75	10.32
EXP HF 3	25 Ha	10500	27.5kg	5000000	37265000	17325000	9.9	10.53
EXP SL 1	6 Ha	1500	22.5kg	1390000	5430000	2025000	9.6	10.64
EXP SL 2	5 Ha	1200	22.5kg	1200000	4770000	1620000	10.14	11.68
EXP SL 3	3 Ha	750	40kg	820000	5685000	1800000	10.10	10.67
EXP SL 4	11 Ha	3200	22.5kg	2340000	10925000	4320000	9.7	10.62
EXP K 1	8 Ha	2000	22.5kg	1770000	7190000	2700000	9.63	10.69
EXP K 2	7 Ha	1800	22.5kg	1580000	6340000	2430000	9.64	10.75
EXP AO 1	20 Ha	4800	27.5kg	4050000	19840000	7920000	9.91	10.90
EXP AO 2	28 Ha	11000	27.5kg	5570000	39372000	18150000	9.91	10.56
EXP HB 1	22 Ha	6500	27.5kg	4430000	25263000	10725000	9.73	10.48

Source : Nos calculs à partir des données de l'enquête, 2018.

IV - Conclusions

Sur le plan économique les résultats ont révélé que les agriculteurs bénéficiaires du soutien dans la filière en question, n'ont profité que d'un encouragement d'extension des superficies cultivées en oliviers et d'une augmentation de la production d'olives et d'huile d'olive. Cependant, la rentabilité financière demeure en deçà des attentes des agriculteurs.

En revanche, sur le plan social, les habitudes de consommation des habitants de la région ont été modifiée et la culture d'introduire de l'huile d'olive dans le modèle de consommation est devenue naturelle, indispensable même.

L'un des objectifs du programme national du développement agricole et rural, a été bien réalisé et qui est l'orientation vers un système alimentaire territorialisé au sens défini par (Rastoin, 2015). En effet, ce SAT est basé sur trois critères soutenant un développement durable et qui se résument dans : une diversification des productions agricoles, un rapprochement de l'agriculture et de l'industrie alimentaire et enfin, une réorientation de la demande alimentaire vers une offre locale abondante et variée.

Sur le plan écologique, cette culture a aidé à revitaliser et à protéger des sols abandonnés et /ou détruits.

Références

- Amarni A., 2015. *Huile d'olive, L'Algérie est le septième producteur mondial*. <https://www.algerie360.com/huile-dolive-lalgerie-est-le-septieme-producteur-mondial/>
- Barjol J.-L., 2014. *L'économie mondiale de l'huile d'olive*. www.ocl-journal.org/articles/ocl/pdf/2014/05/ocl140010.pdf
- Belkessam A., 2013. *L'Algérie a triplé ses plantations d'oliviers en dix ans*, http://www.econostrum.info/L-Algerie-a-triple-ses-plantations-d-oliviers-en-dix-ans_a13250.html
- Boudi M., Chehat F., Cheriet F., 2013. Compétitivité de la filière huile d'olive en Algérie : Cas de la wilaya de Bejaïa. *Les cahiers du CREAD*, 105-106 : 89-112.
- Bouflih N., Tourchi M., 2014. Le rôle de la politique de la relance économique dans le soutien du secteur agricole en Algérie. In: *Colloque international sur la durabilité de la sécurité alimentaire dans les pays arabe à la lumière des variables économiques internationales*. Université de Chelef.
- DSA Djelfa, 2016. Direction des services agricole de la wilaya de Djelfa.
- Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2008. *Rapport sur la situation du secteur agricole*. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information.
- Rastoin J.-L., 2015. Les systèmes alimentaires territorialisés: considérations théorique et justifications empiriques. *Economie et sociétés*, 8: 1155-1164.

Annexes

Concluding remarks



1. The active participation of 175 PhD students and young researchers coming from 27 countries in the MEDFORUM2018 is a clear endorsement of CIHEAM role and strategy for capacity building providing the necessary human resources for countries to meet their needs for agricultural and rural development;
2. The high level participation of distinguished international organisations: FAO, UfM, CMI and AGREENIUM confirms the importance of MEDFORUM2018 and the importance of the strategic themes dealt with in this Forum;
3. MEDFORUM2018 confirmed that CAPMED2025 is a valuable framework to:
 - identify and share potential innovation tools geared towards integrated solutions for sustainable agriculture, food and nutrition security;
 - enhance research and innovation impact at national and regional levels.
4. During MEDFORUM2018, FAO and CIHEAM disclosed an initiative that will provide partial support for field research to PhD students and young researchers. CIHEAM will pursue its efforts to gather further support from other partner institutions;
5. MEDFORUM2018 was an occasion to share the success stories of CIHEAM' alumni and present the impact achieved in their respective countries.

Programme outline

17 September

Mid-term meeting of **MedYWat** “Med Water Youth Network facilitation and coordination group”

Arrival-Registration

18 September

Opening Session

Chair: Maroun El Moujabber - CIHEAM Bari

09:00-09:30

Welcome addresses

(#MEDFORUM2018 WA)

Maurizio Raeli - CIHEAM Bari Director

Giuseppe Provenzano - Union for the Mediterranean “UfM”

Janette Uhlmann - Center for Mediterranean Integration “CMI”

Placido Plaza - CIHEAM Secretary General

09:30 - 10:30

Keynote speeches

(#MEDFORUM2018 KS)

Sustainable agriculture, food and nutrition security

Marcela Villarreal - Director, Partnerships and South-South Cooperation Division, FAO

Higher education in sustainable agriculture, food and nutrition security: challenges and needs

Pierre Grenier - Agreenium - France

Parthenope University and CIHEAM Bari: a decade of success and the way ahead

Stefano Dumontet - Parthenope University of Naples, Italy

General discussions

End of the opening session and family photo with the graduation hat

10:30 - 11:00

Coffee break

Options Méditerranéennes, A 124, 2020 – Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security. MEDFORUM2018. Bari, Italy, 18-20 September 2018
Extended abstracts and papers

Session (1) **Protecting the Planet: Combating Waste**
Chair: Nahla Hwalla - President of CIHEAM Advisory Board

11:00-12:00 **Keynote addresses**
(#MEDFORUM2018 Session 1 KN)

CIHEAM Alumni Network: Avoiding knowledge waste through Follow-up Research Study

Noureddin Driouech - CIHEAM Bari

FAO-CIHEAM field research initiative call for PhD students and young researchers

Emma McInerney - Partnerships Officer, Partnerships and South-South Cooperation Division, FAO and Maroun El Moujabber - CIHEAM Bari

Methods, technologies and devices to reduce non-beneficial water consumption on farms in water scarce regions

Nebo Jovanovic - Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), South Africa

General discussions

12:00-13:30 **PhD & Young Researchers Oral Presentations**
(#MEDFORUM2018 Session 1 OP)

Modernization of surface irrigation systems in a Water - Food - Energy Nexus perspective: modelling approach

Ahmed Ayoub – Egypt

Anaerobic co-digestion of olive mill wastewater with municipal wastewater and cow dung

Anas Tallou – Morocco

The Hydrant risk indicator for pressurised irrigation systems perturbation

Bilal Derardja – Algeria

Agricultural roofs: Sustainable systems to mitigate climate change impacts and make resilient cities

Gilda Capano and Stefania Palermo - Italy

Characterization of water and soil quality of the M'nasra region in the Gharb plain (Northwest Morocco)

Serine Omrania – Morocco

Heating an agricultural greenhouse with a solar passive water–sleeve system: Effects on microclimate, yield and *Tuta absoluta* population

Lahoucine Gourdo – Morocco

Etude de l'efficacité d'un système de pompage hybride (photovoltaïque / électrique) pour une meilleure gestion du milieu rural

Naima Mebrek – Algeria

General discussions

13:30-15:00

Lunch

Session (2)

Inclusive Development

Chair: Mélanie Requier-Desjardins - CIHEAM Montpellier

15:00-16:00

PhD & Young Researchers Oral Presentations

(#MEDFORUM2018 Session 2 OP)

Comment s'organise une action collective coopérative d'économie circulaire entre les divers acteurs d'un territoire ? Le cas du Plan régional d'actions d'économie circulaire, en Occitanie

Anne-Claire Savy-Angeli - France

L'étoffe "Ouabri" à poils de dromadaire de la région de Djelfa-Algérie. Une filière essentielle pour la sécurité alimentaire

Amal Kanoun-Meguelliati - Algeria

Contributing the feed sustainability in aquaculture: Nutritional programming of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and improvements towards better utilization of low n-3 HUFA diets

Serhat Turkmen - Turkey

General discussions

**Session (3)
Presentations**

PhD & Young Researchers Poster and PhD in 180"

Divided in two parallel sessions

16:00-1800

Parallel session 1: PhD in 180"

Chair : Roula Khadra – CIHEAM Bari

(#MEDFORUM2018 Session 3 PS1: PhD)

Evaluation de la résistance de géotypes de pois (*Pisum* spp.) vis-à-vis de la fusariose vasculaire

Delel Mekhaldi – Algeria

L'utilisation des sucres de commerce pour lutter contre le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella* L.) dans la région de Lambiridi (Wilaya de Batna, Algérie)

Imene Brahim - Algeria

Developing a color scale as a new methodology in sensory science: Detecting emotions evoked by organic food consumption

Diana Ismael - Syria

Development and application of alternative control methods to control postharvest rots of fresh fruits and vegetables

Imen Belgacem - Tunisia

Evaluation of the social behavior based on vibrational signals of *Philaenus spumarius* in semi-field conditions

Imane Akassou - Morocco

The problem of water in Libya

Jamal Ali Mohamed Ehdadan - Libya

Plasticity of blackcurrant in a changing climate; focus on water efficiency

Natasa Cerekovic - Bosnia&Herzegovina

Zelus renardii (Hemiptera Reduviidae) a leafhopper assassin bug candidate for adult *Philaenus spumarius* biocontrol

Valdete Sefa - Albania

Investigation and characterization of phytoplasma infecting *Ligustrum ovalifolium* plants in Turkey

Zeinab Alsaheli - Lebanon

General discussions

16:00-1800

Parallel session 2: PhD & Young Researchers Poster Presentations

Chair: Mladen Todorovic – CIHEAM Bari

(#MEDFORUM2018 Session 3 PS2: PP)

Valorisation et recyclage et de la biomasse issue de l'industrie agroalimentaire sucrière

Amine Ouaket – Morocco

Valorisation des produits du terroir Algérien

Naziha Fedala – Algeria

Potentialities of using Tunisian Rock phosphate: an alternative insight for sustainable agriculture

Ameni Ben Zineb - Tunisia

Agriculture traditionnelle et agrobiodiversité dans les oasis du Sud du Maroc: cas de des oasis de la région Drâa-Tafilalet

Mhammad Houssni – Morocco

An assessment of wood bioenergy utilization in a compared analysis between Missouri and Emilia Romagna

Edoardo Desiderio - Italy

An integrated process for biodiesel production and food industry wastewater treatment using the oleaginous yeast *Debaryomyces etchellsii*

Fatma Arous - Tunisia

Activity of biochar on the effectiveness and persistence of some insecticides against *Spodoptera littoralis* (Boisduval) on cotton plants

Ghada EL-Masry - Egypt

Crop Water Requirements estimation from open satellite and agro-meteorological data

Giuseppe Peschechera - Italy

Irrigation water use efficiency in the context of climate change - Case of citrus in Souss region, Morocco

Icham Elomari – Morocco

Participatory multi-criteria analysis of irrigation management: a case study from Albania

Kledja Canaj – Albania

An integrated Decision Support tool for eco-efficiency assessment of agricultural production

Andi Mehmeti – Albania

Precision agriculture for mapping olive grove facing drought challenges in Apulia region

Nada Mzid - Tunisia

Isolation and use of plant growth promoting bacteria from an abandoned mine site for its rehabilitation

Najoua Mghazli – Morocco

Cultural landscapes for water management - A research work plan

Stefano Basso - Italy

Traditional irrigation techniques in an agroecological perspective

Vladimiro Andrea Boselli - Italy

The influence of inulin addition on nutritional composition of spelt pasta

Jelena Perović - Serbia

Optimization of the extrusion process in creation of snack products from spelt wholegrain flour with added betaine

Jovana Kojić - Serbia

Stability of ellagic acid from raspberry seeds during the extrusion process

Boško Marić - Serbia

Microbial oil production from yeast growing on the hydrolysate of prickly pear

Chebbi Halima - Tunisia

General discussions

Session (4)

Success stories

Chair: Giuseppe Provenzano, Union for the Mediterranean “UfM”

(#MEDFORUM2018 Session 3 SS)

18:00-19:30

Animated by Nouredin Driouech - CIHEAM Bari and Yasmine Seghirate - CIHEAM

- **Joséphine Semaan - Lebanon**
- **Paul Skayem - Lebanon**
- **Fatima Ayoub - Morocco**
- **Ali Tamween Ajeel - Iraq**
- **Ahmed Sayed - Egypt**

20:00

CIHEAM Prize to the Best MSc Theses for the year 2017

Apulian typical dinner with folkloristic dance and music

Les Conteuses du Maghreb (Algeria, Morocco, Tunisia)

19 September

Session (5)

Food Security and Nutrition

Chair: Panagiotis Kalaitzis - CIHEAM Chania

09:00-09:30

Keynote address

(#MEDFORUM2018 Session 5 KN)

Food security and CAPMED agenda

Nahla Hwalla - President of CIHEAM Advisory Board

09:30-11:00

PhD & Young Researchers Oral Presentations

(#MEDFORUM2018 Session 5 OP)

Biocontrôle de *Listeria monocytogenes* CECT 4032 dans le lait et les produits laitiers, à l'aide d'une souche bactériocinogène de *Lactococcus lactis* isolée à partir du lait de chamelle fermenté du Maroc

Abdelkhalik Elmoslih - Morocco

Phenotypical characterization and evaluation of a segregating population of sweet cherry (bing x lapins)

Alson Time - Haiti

Supplementation commercial prebiotic « Aviator » of broiler diet: Effect of stages of breeding on performances and caecal microflora

Amani Askri - Tunisia

Classification of pulses specific diversity for the provision of three ecosystems services: Biological nitrogen fixation, weed suppression, and production stability under Mediterranean conditions

Julie Pitchers - France

The difficulty of measuring biological assets under IAS 41: Agriculture

Amine Azhari – Morocco

Effects of post-harvest low temperature conditioning of olive fruit on oil quality parameters

Dourou Athanasia-Maria - Greece

General discussions

Parallel session 1: Chair : Mélanie Requier-Desjardins – CIHEAM Montpellier

(#MEDFORUM2018 Session 5 PS1: PP)

Effect of Moroccan seaweed polysaccharides as biostimulants of germination and plant growth of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.)

Abir Mzibra – Morocco

Penicillium gravinicasei, a new species isolated from cave cheese in Apulia, Italy

Antonella Susca - Italy

Cucurbit chlorotic yellows virus p22 binds single-stranded RNA molecules

Ferran Salavert - Spain

Molecular, mycotoxin and phylogenetic characterization of *Alternaria* species from wheat grown in Italy.

Francesca Anna Ramires - Italy

Screening of effective native common bean (*Phaseolus vulgaris*) rhizobia and their use in mixed inocula with plant growth promoting rhizobacteria under different phosphorus conditions

Imane El Attar - Morocco

Bioactives metabolites for the antifungal and plant promoting growth activities among plant-associated bacteria of *Vicia faba* L.

Imen Haddoudi - Tunisia

Rhizobium laguerreae in combination with *Enterobacter aerogens* and *Bacillus* sp improves lentil water stress tolerance

Kaoutar Taha - Morocco

Une agriculture durable au service d'une alimentation durable : La culture de l'olivier dans la steppe algérienne.

Malika Zoubeydi - Algeria

Impact du climat sur les accroissements et la qualité du liège dans la suberaie de Beni Ouarsous (Nord-Ouest d'Algérie)

Ahmed Chorana - Algeria

Est-ce que les plantations de palmiers dattiers et l'oasification peuvent être utilisées comme moyen de lutte contre la désertification et l'avancement du sable dans les zones arides ?

Ali Mihi - Algeria

Durabilité des systèmes d'élevage pastoraux face aux changements environnementaux dans la steppe algérienne

Mohamed Benidir - Algeria

General discussions

Parallel session 2: Chair: Ramzi Belkhodja – CIHEAM Zaragoza

(#MEDFORUM2018 Session 5 PS2: PP)

Assessment of the current situation of organic food consumption in an emerging organic market (Lebanon)

Malak Tleis – Lebanon

Controlling *Aspergillus niger* using chia essential oil and gemifloxacin-metal complexes

Shimaa Sakr - Egypt

Preliminary analysis of the growth performance of adults and larvae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) on diets based on by-products

Somaya Nasereldeen - Lebanon

Indigenous food formulation: which nutritional value of legume-based traditional Mediterranean dishes?

Sondos Njoumi - Tunisia

Pb-resistant PGPR effect on antioxidant status and genes expression pattern associated with lead tolerance and accumulation in *Lathyrus sativus*

Souhir Ayeid Abdelkrim -Tunisia

Patulin effects on viability of *Penicillium* spp.

Vincenzo Tragni - Italy

Assessment of the resilience of cereal-based cropping systems in the Mediterranean area: The Bekaa case study

Ali Nasrallah - Lebanon

Trapping methodologies for functional canopy arthropod diversity in olive agroecosystem

Anastazija Dimitrova - Macedonia

Investigation of endophytic microorganism's population diversity and their interaction with *Xylella fastidiosa* in olive trees and other hosts.

Arafat Hanani - Palestine

Insecticidia activity of bio-oils and biochar as pyrolysis products and their combination with microbial agents against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)

Atef Mahmoud Mohamed Sayed - Egypt

Effect of drying methods on the phenolic compounds of white and black figs (*Ficus carica* L.)

Souhila Mahmoudi - Algeria

General discussions

12:00-13:30

PhD & Young Researchers Oral Presentations

Divided in two parallel sessions

Parallel session 1: Chair : Mélanie Requier-Desjardins – CIHEAM Montpellier

(#MEDFORUM2018 Session 5 PS1: OP)

Evaluation des composés phénoliques et des activités antioxydantes des figues (*Ficus carica* L.) en Tunisie

Fateh Aljane - Tunisia

Evaluation des facteurs structurels d'insécurité alimentaire pour une bonne gouvernance au Maroc : Cas du blé tendre

Kawtar Rerhrhaye - Morocco

Gouvernance de la sécurité alimentaire au Maroc : Défis et Opportunités

Larbi Toumi - Morocco

Effet des biostimulants en plein champs sur le développement de *Zymoseptoria tritici* chez le blé dur en Tunisie.

Marwa Hassine – Tunisia

Etude de l'effet de la composition hormonale du milieu de multiplication sur le comportement des microboutures de l'arganier (*Argania spinosa*)

Meriyem Koufan – Morocco

Recherche des résidus de pesticides dans les tomates et évaluation de leur risque sur le consommateur Algérien

Moussa Mokhtari - Algeria

Potentiel allélopathique de chiendent pied de poule *Cynodon dactylon*, sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Zohra Melakhessou - Algeria

Analyse et diagnostic de la nutrition azotée du blé dur pour la conception d'une grille de fertilisation azotée, en région semi-aride. Algérie

Chadda Douniazed - Algeria

General discussions

Parallel session 2: Chair: Ramzi Belkhodja – CIHEAM Zaragoza

(#MEDFORUM2018 Session 5 PS2: OP)

Suppression and over-expression of a prolyl 4 hydroxylase is responsible for changes in tomato fruit abscission

Dusan Denic - Serbia

Obtaining double haploids of radish in culture microspore in vitro

Elena Kozar - Russia

First microscopic detection of oocysts of *Cryptosporidium* spp. in *Mytilus chilensis* cultivated in Chile destined for human consumption

Juan Francisco Eliseo Quiroga Sepulveda - Chile

Suppression of a tomato prolyl 4 hydroxylase alters fruit growth programs

Khansa Mekkaoui - Tunisia

Producing beef meat under hard livestock conditions by crossing cattle with Belgian Blue-White breed

Lynda Allouche - Algeria

Innovation in Mediterranean organic greenhouse cultivation: protect the crops and protect soil arthropods

Suzana Madzaric - Bosnia&Herzegovina

Overexpression of prolyl 4 hydroxylase 3 decreases tomato fruit and flower size

Mohamed Kouhen - Tunisia

Effect of NaCl and harvest time on antioxidant compounds in Lollo Bionda and Lollo Rosso lettuces

Mónica Flores Ramírez - Chile

General discussions

13:30-15:00

Lunch

Session (6)	Continuation Food Security and Nutrition Chair: Ramzi Belkhodja - CIHEAM Zaragoza
15:00-15:30	Development, innovation and mobility: opportunities and challenges for the youth in the Mediterranean Blanca Moreno-Dodson - CMI, France General discussions
15:30-17:30	PhD & Young Researchers Oral Presentations (#MEDFORUM2018 Session6 OP) Computational motif discovery in promoters of <i>Prunus persica</i> co-regulated genes under various abiotic-stresses Najla Ksouri - Tunisia Does taste matter? The importance of taste in the valuation of European Union mandatory nutritional and health claim labelling program in Spain Petjon Ballço - Albania Sprouting: A sustainable tool for enhancing prebiotic properties of durum wheat seeds (<i>Triticum durum</i>) Sarra Jribi - Tunisia Study of radioprotective molecules and radioresistant microorganisms isolated from xerophytes: Applications in biodosimetry Sihem Guesmi - Tunisia Innovative agriculture and sustainable food production: applications of the Aquaponics system Simona Giordano - Italy Comparative characterization of olive prolyl 4 hydroxylases and cell wall glycoproteins in Greek olive cultivars under climate change conditions Aristotelis Azariadis - Greece

Preliminary bioassays on the susceptibility of stone fruits rootstocks to *Capnodis tenebrionis* (L.)

Hysen Kokici - Albania

General discussions

17:30-19:00

PhD & Young Researchers Poster Presentations

Chair: Pierre Grenier – Agreenium, France

(#MEDFORUM2018 Session6 PP)

Environment investigating phages. Salmonella-phage model in animal systems from Chile

Dácil Rivera - Chile

Enrichment of the hydrological lexicon as a consequence of a climatic and anthropogenic transition phase

Dario Pezzotti - Italy

Exploring survival strategies of *Camelina sativa* to flooding conditions

Haytham Hamedeh - Lebanon

Preliminary investigation of antimicrobial effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) leathery exocarp extract against some serious phytopathogens

Hazem Elshafie - Egypt

Identification of volatiles released by fruit-associated yeasts for the specific attraction of *Drosophila suzukii* in the field

Irene Castellan - Italy

Possible climate change impact on occurrence of *Aspergillus flavus* on spelt wheat in Serbia

Jelena Krulj - Serbia

Application of a real-time quantitative LAMP assay for the detection of *Phytophthora infestans* airborne inoculum

Mélissa Si Ammour - Algeria

The occurrence and distribution of major viruses infecting zucchini squash plants (*Cucurbita pepo* L.) in Morocco

Mohamed Afechtal – Morocco

Development of Direct Tissue Blot Immunoassay (DTBIA) as an efficient tool for the on- site detection of *Spiroplasma citri*, causal agent of Citrus stubborn disease

Mounira Inas Draï - Algeria

Xylella fastidiosa vectors and their management

Nada Lahbib - Tunisia

Food industry by-products as natural sources of nematicide against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*

Nadia Thligene -Tunisia

The behaviour of the Algerian vegetable crops farmers handling a panoply of phytosanitary products

Nafissa Soudani - Algeria

Use of a novel MLVA assay as a promising genotype tool for the identification and tracking of *P. savastanoi* population

Rahi, Yaseen Jundi - Iraq

The hydraulic transfers 'Setif –Hodna' to cope with impact of climate change on Setif high plains region

Tarek Bouregaa - Algeria

Study of tritrophic interactions in apple orchards to enhance sustainable management of pest aphids

Zaid George Abdallah Badra - Jordan

Bacterial overexpression, purification and antiserum production for a theoredoxin-like protein, an interactor of Pepino mosaic virus p26

Souheyla Khechmar - Algeria

General discussions

20:00

Live music with CIHEAM Bari Band and Barbecue

20 September

Session (7): **Crisis and resilience**

Chair: Maroun El Moujabber - CIHEAM Bari

09:00-09:30 Mediterranean Innovation Partnership (MIP)

Damiano Petruzzella - CIHEAM Bari

09:30-12:00 **PhD & Young Researchers Oral Presentations**

(#MEDFORUM2018 Session 7 OP)

Proposition d'un cadre méthodologique pour l'évaluation de la vulnérabilité des exploitations agricoles au changement climatique

Abderraouf Zaatra - Tunisia

Stratégies d'adaptation de la culture du blé dur face aux changements climatiques futurs en Algérie : 1- Gestion des semis.

Nacira Chourghal - Algeria

Rotting fungi of pomegranate fruit from Southern Italy

Annamaria Mincuzzi - Italy

Etude Epidémiologique Moléculaire de l'immunodéficience sévère combinée chez les chevaux Pur-Sang Arabes en Tunisie

Ikram Ben Souf - Tunisia

Clinical bovine mastitis in Tunisia: Epidemiology, antimicrobial resistance and detection of extended spectrum beta-lactamase producing Enterobacteriaceae

Mariem Saidani - Tunisia

Anti-bacterial and anti-biofilm activity of *Enterococcus* spp against *Staphylococcus aureus*

Mariem Zanzan - Morocco

Seedling VOCs induce host preference in *Bagrada hilaris* Burmeister

Mokhtar Abdulsattar Arif - Iraq

La composition chimique et l'effet insecticide d'huile essentielle *Mentha spicata* endémique sur puceron noir de la luzerne *Aphis craccivora*, 1854.

Rayane Saifi - Algeria

Evaluation of Fusarium Head Blight resistances in Italian wheat cvs. by phenotypic and molecular analyses

Sara Francesconi - Italy

Photosynthetic down regulation in red and white Tempranillo under different climate change scenarios

Tefide Kızıldeniz - Turkey

Integrated Pest Management system within urban agriculture

Zilal Suleiman-Alkadour - The Netherlands

General discussions

12:00-13:30 Session (8): Final session

(#MEDFORUM2018 Session8 FS)

Concluding remarks

Placido Plaza - Secretary General of CIHEAM

Nahla Hwalla - President of CIHEAM Advisory Board

13:30 End of the Forum and Networking lunch

Some videos of #MEDFORUM2018 prepared by Prof. El Hassan ACHBANI (INRA-Morocco)

Opening Session

<https://www.youtube.com/watch?v=gx9kYefOwjw>

Success Stories Session

<https://www.youtube.com/watch?v=VQOkWVKwIWA>

Young Researchers Presentations (1st part)

<https://www.youtube.com/watch?v=XFRud1OnuTU>

Young Researchers Presentations (2nd part)

<https://www.youtube.com/watch?v=XEp4FUePLvU>

Young Researchers Presentations (3rd part)

<https://www.youtube.com/watch?v=1FO-Uu9ovrs>

Final Session

<https://www.youtube.com/watch?v=O2AmBaWH0gA>



Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security. MEDFORUM 2018, Bari, Italy, 18-20 September 2018



Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security. MEDFORUM 2018, Bari, Italy, 18-20 September 2018

OPTIONS méditerranéennes

SERIES A: Mediterranean Seminars
2020 - Number 124

Research and innovation as tools for sustainable agriculture, food and nutrition security

MEDFORUM 2018

Bari, Italy, 18-20 September 2018

Extended abstracts and papers

Editors: Maroun El Moujabber, Hatem Belhouchette,
Ramzi Belkhodja, Panagiotis Kalaitzis

Compilers: Roberta Cosentino, Wanda Occhialini

After the success of the 1st edition of Montpellier in 2016, CIHEAM organized the 2nd edition of the Mediterranean initiative for PhD students and young researchers (MedForum2018) at CIHEAM Bari (Italy) from 18 to 20 September 2018.

MedForum2018, entitled “Research and Innovation: Tools for Sustainable Agriculture and Food Security”, focused on the **CIHEAM Strategic Agenda 2025 (CAPMED2025)** and its Action Plan developed for the implementation of the **United-Nations 2030 Agenda for Sustainable Development**, in specific fields across the Mediterranean area.

Through research work of PhD students and young researchers, MedForum2018 aimed at:
Fostering entrepreneurship, women and youth employment;
Identifying and sharing potential innovation tools geared towards integrated solutions for sustainable agriculture, food and nutrition security;
Enhancing research and innovation impact at national and regional level;
Proposing alternatives to prevent young researchers' migrations.

MedForum2018 was organized by CIHEAM in partnership with MAECI-Italy (Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation), CMI (Center for Mediterranean Integration of the World Bank), UfM (Union for the Mediterranean), Agreenium (Institut Agronomique, Vétérinaire et Forestier de France) and with the technical collaboration of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).



CIHEAM

www.ciheam.org

ISBN: 978-2-85352-599-2

ISSN: 1016-121X

OPTIONS
méditerranéennes

