



LIVAE

N° 120
ÉD. FRANÇAISE
DÉCEMBRE 2014

JOURNAL OFFICIEL DU CONSEIL OLÉICOLE INTERNATIONAL

SOMMAIRE

Comparaison des paramètres biologiques et démographiques d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) sur quatre variétés d'olivier

Diversité génétique des variétés d'olivier originaires de pays arabes présentes dans la collection nationale de l'olivier de Boughrara (Sfax, Tunisie)

Évaluation de la stabilité oxydative d'huiles d'olive issues de l'assemblage d'huile d'Arbequina à d'autres huiles d'olive monovariétales

Recherche, innovation et transfert de technologies dans le secteur oléicole espagnol. Analyse basée sur les conclusions de groupes d'experts



SOMMAIRE

Comparaison des paramètres biologiques et démographiques d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) sur quatre variétés d'olivier

Diversité génétique des variétés d'olivier originaires de pays arabes présentes dans la collection nationale de l'olivier de Boughrara (Sfax, Tunisie)

Évaluation de la stabilité oxydative d'huiles d'olive issues de l'assemblage d'huile d'Arbequina à d'autres huiles d'olive monovariétales

Recherche, Innovation et Transfert de Technologies Dans le Secteur Oléicole Espagnol. Analyse Basée Sur les Conclusions de Groupes D'experts



SOMMAIRE

OLIVÆ | N°120

OLIVÆ

Journal officiel du Conseil oléicole international

Publié en : anglais, arabe, espagnol, français et italien.

Revue évaluée par des pairs

Príncipe de Vergara, 154

28002 Madrid, Espagne

Tél. : 34-915 903 638

Fax : 34-915 631 263

E-mail : iooc@internationaloliveoil.org

ISSN : 0255-996X

Dépôt légal : M-18626-1984

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat exécutif du COI aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Le contenu des articles figurant dans la présente publication ne reflète pas nécessairement le point de vue du Secrétariat exécutif du COI en la matière.

La reproduction totale ou partielle des articles d' OLIVÆ est autorisée sous réserve expresse de la mention d'origine.

3

Comparaison des paramètres biologiques et démographiques d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) sur quatre variétés d'olivier

H. Meftah / A. Boughdad / A. Bouchelta

17

Diversité génétique des variétés d'olivier originaires de pays arabes présentes dans la collection nationale de l'olivier de Boughrara (Sfax, Tunisie)

F. Ben Amar / M. Ayachi Mezghani
A. Majeed Yengui / N. Benbelkacem

22

Évaluation de la stabilité oxydative d'huiles d'olive issues de l'assemblage d'huile d'Arbequina à d'autres huiles d'olive monovariétales

F. Mansouri / A. Ben Moumen / N. Houmy /
G. Richard / M-L. Fauconnier / M. Sindic /
H. Serghini-Caid / A. Elamrani

30

Recherche, innovation et transfert de technologies dans le secteur oléicole espagnol. Analyse basée sur les conclusions de groupes d'experts

J. Sanz Cañada / F. Sánchez Escobar /
I. Hervás Fernández / D. Coq Huelva

Comparaison des paramètres biologiques et démographiques d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) sur quatre variétés d'olivier

H. Meftah¹, A. Boughdad², A. Bouchelta³

¹ Institut des Techniciens Spécialisés en Horticulture. B.P. 4002 Jnane ben Hlima, 50060 Meknès (Maroc). E-mail : h.meftah@yahoo.fr

² Département de Protection des Plantes et de l'Environnement. École Nationale d'Agriculture de Meknès. B.P. S/40 Meknès (Maroc). E-mail : ahmedboughdad@gmail.com

³ Département de Biologie, Faculté des Sciences de Meknès, B.P. 11201, Zitoune, Meknès (Maroc). E-mail : abouchelta@yahoo.fr

Résumé

L'olivier (*Olea europaea* L.) est une culture économiquement importante au Maroc. Cependant, la production d'olives est entravée par des ravageurs causant des pertes importantes de récolte. Le psylle de l'olivier (*Euphyllura olivina* Costa) cause d'importants dégâts dans le bassin Méditerranéen. Le contrôle de ce ravageur est essentiellement basé sur l'utilisation des pesticides de synthèse. Ces derniers affectent l'environnement, les organismes non ciblés et la santé humaine ; ils sont aussi à l'origine de la résurgence des ravageurs secondaires et du développement des souches résistantes. Des mesures alternatives de protection, dont la résistance variétale, peuvent être prometteuses dans un contexte de développement durable. Pour évaluer la réponse de quatre variétés d'olivier (*Picholine marocaine*, *Haouzia*, *Arbéquine*, *Manzanille*) aux attaques du psylle, des paramètres biologiques et démographiques du ravageur ont été déterminés sur celles-ci sous abri. Les valeurs des paramètres mesurés varient selon la variété considérée : la longévité des adultes femelles la plus longue a été observée sur *Haouzia* ($48,40 \pm 9,21$ jours), avec une fécondité moyenne maximale de $877,0 \pm 265,63$ œufs/2 femelles, un taux minimal de mortalité larvaire ($72,65 \pm 5,41\%$) et le taux de succès le plus élevé ($9,87\%$). La fécondité selon l'âge des femelles sexuellement matures (m_x) est de 62 femelles/jour sur *Haouzia* et de 29 femelles/jour sur *Picholine marocaine*. Le taux net de reproduction (R_0) le plus élevé a été observé sur *Haouzia* ($24,0 \pm 6,35$) et le plus faible sur *Picholine marocaine* ($12,3 \pm 3,77$ femelle/génération). Le taux intrinsèque d'accroissement (r_m) maximum a été enregistré sur *Haouzia* ($0,05 \pm 0,00$ femelle/femelle/jour) et le minimum sur *Picholine marocaine* ($0,04 \pm 0,00$ femelle/femelle/jour), tout comme le taux limite d'accroissement (λ), avec respectivement $1,05 \pm 0,00$ et $1,04 \pm 0,00$ femelle/femelle/jour. L'analyse typologique des paramètres étudiés d'*E. olivina* sur les quatre variétés d'olivier montre que la *Picholine marocaine* est la moins favorable au développement de la population d'*E. olivina*.

Mots clés

Olea europaea, *Euphyllura olivina*, paramètres biologiques, paramètres démographiques, résistance variétale.

Summary

Comparison of biological and demographic parameters of *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) on four olive varieties

The olive tree (*Olea europaea* L.) is an economically important crop in Morocco. However, olive production is hampered by pests causing significant losses in the harvest. Olive psyllid (*Euphyllura olivina* Costa) causes severe damage in the olive groves of the Mediterranean area; control against this pest is mainly based on the use of synthetic pesticides, which affect the environment and human health. They are also responsible for the resurgence of secondary pests and development of resistant strains.

Alternative pest control methods which integrate varietal resistance could be promising in sustainable development context. To evaluate the responses of four olive tree varieties (Picholine marocaine, Haouzia, Arbequina, Manzanille) to olive psyllid, biological and demographic parameters were assessed on these plants under cover conditions. Parameters values varied according to the considered variety. Adult female lifespan (48.40 ± 9.21 days) was longer, fecundity (877.0 ± 265.63 eggs/2 females and success rate (9.87%) were higher and mortality rate was lower on Haouzia ($72.65 \pm 5.41\%$) than on the other varieties. Age specific fecundity (m_x) was 62 Females/female of each age on Haouzia and 29 on Picholine marocaine. Net reproduction rate (R_0) was higher on Haouzia (24.0 ± 6.35 Females/generation) than on Picholine marocaine (12.3 ± 3.77 Females/generation). Intrinsic rate of increase (r_m) was maximum on Haouzia (0.05 ± 0.00 Female/female/day) and minimum on Picholine marocaine (0.04 ± 0.00 Female/female/day); finite rate of increase (λ) was 1.05 ± 0.00 Female/female/day and 1.04 ± 0.00 Female/female/day on Haouzia and Picholine marocaine, respectively. Cluster analysis of studied parameters of the psyllid, obtained on the four varieties, showed that Picholine marocaine was less suitable for the development of insect populations.

Keywords

Olea europea, *Euphyllura olivina*, biological parameters, demographic parameters, varietal resistance.

Introduction

Le psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina* Costa (Homoptère, Psyllidae), est un insecte piqueur-suceur, aussi bien au stade larvaire qu'imaginal, qui cause des dégâts considérables dans les oliveraies du bassin Méditerranéen (Loginova, 1972; 1976; Chermiti, 1983; Sekkat, 2001; Ksantini *et al.*, 2002; Seljak, 2006; Cotes *et al.* 2007; Burckhardt, 2009). Il a aussi été repéré en Inde (Mathur, 1975), en Iran (Farahbakhch et Moïni, 1975), au Royaume-Uni, en Allemagne et aux États-Unis (Californie) (Burckhardt et Hodkinson, 1985; Burckhardt, 2009; Malumphy, 2011).

L'insecte se développe en passant par 7 écophases: l'œuf, 5 stades larvaires et l'adulte (Arambourg, 1964; Hodkinson, 1974). L'arbre infesté est facilement reconnaissable par les sécrétions cireuses, d'aspect floconneux et de couleur blanche, qui entourent les larves (Chermiti, 1983). Les adultes sont omniprésents et les femelles entrent en diapause ovarienne hivernale et estivale durant les mois les plus chauds (température $\geq 35^\circ\text{C}$) (Ksantini, 2003).

L'insecte est particulièrement nuisible aux stades larvaires qui s'attaquent aux organes en croissance (jeunes pousses et grappes florales). *E. olivina* ponctionne une partie de la sève grâce aux stylets insérés dans le rostre et altère le développement normal de l'organe végétal dont il se nourrit, provoquant ainsi la stérilité des fleurs (Jardak *et al.*, 1985) et la chute des inflorescences et des fruits (Chermiti, 1983). Les larves sécrètent des flocons cotonneux et du miellat favorisant l'installation d'un champignon ectoparasite, *Capnodium oleaginum*, qui altère la photosynthèse de l'arbre et diminue ainsi la production de l'arbre (Arambourg et Chermiti, 1986), ce qui provoque une diminution de la production (Chermiti, 1989; Jarraya, 2003). Le seuil de tolérance économique est de l'ordre de 2,5 à 3 larves par 100 grappes florales, correspondant à un taux d'infestation des grappes variant de 50 à 60% (COI, 2007). Chaque année, des oléiculteurs luttent à la fois contre la teigne, *Prays oleae* (Lepidoptera: Yponomeutidae), et le psylle, *E. olivina*, au stade croix au moyen d'insecticides à large spectre d'action. Vingt-huit insecticides sont homologués contre le psylle de l'olivier. Les matières actives utilisées appartiennent essentiellement aux organophosphorés et pyréthrinoïdes (Ezzahiri *et al.*, 2013). Ces insecticides affectent les organismes non ciblés (Kovanci *et al.*, 2005) et la santé du consommateur par des intoxications (Meehan *et al.*, 2011). Ils sont aussi à l'origine de la résurgence des ravageurs secondaires et de la création des souches résistantes. Les inconvénients des pesticides de synthèse ont incité les chercheurs à étudier d'autres moyens de lutte respectueux de l'environnement, en l'occurrence les pesticides d'origine botanique (Dibo *et al.* 2010; Meftah *et al.*, 2011), et la résistance de la plante hôte (Li *et al.*, 2004). Le développement de variétés résistantes constitue en effet une approche complémentaire efficace de la lutte intégrée qui servirait à réduire l'ampleur des pertes causées par les insectes ravageurs (Jallow *et al.*, 2004).

Les relations entre les espèces entomologiques et les plantes hôtes sont régies par des caractères morphologiques, physiques, physiologiques et chimiques des végétaux (la taille, la forme, la présence de cires épicuticulaires et de trichomes, le stade phénologique, la couleur de la plante, les métabolites secondaires) (Harborne, 1993; Berenbaum, 1995; Geiger et Gutierrez, 2000; Smith, 2005). Ces caractéristiques peuvent perturber le comportement de l'insecte (l'antixénosis), notamment l'accouplement, l'oviposition et l'alimentation (Pilson, 2000; Painter, 1951 in Srinivasan et Uthamasamy, 2005; Smith et Clément, 2012). Selon Cates (1980), la synthèse des métabolites secondaires a lieu surtout au niveau des jeunes organes de la plante, où se concentrent les éléments nutritifs ciblés par les phytophages (Karley *et al.*, 2002). Par ailleurs, les insectes herbivores possèdent des récepteurs spécifiques à ces substances secondaires leur permettant de rejeter la plante en tant que source alimentaire (Schroeder et Hil-

ker, 2008) tandis que certains insectes sont capables d'utiliser ces substances ou leurs produits de dégradation pour localiser leurs plantes hôtes (Nielsen *et al.*, 1979). Ainsi, la qualité de la plante est déterminée, entre autres, par sa composition chimique, notamment la concentration en métabolites secondaires (Cai *et al.*, 2004) et la teneur en composés primaires dont l'azote (Awmack et Leather, 2002). En général, les molécules secondaires végétales sont libérées lorsque la plante subit des dégâts comme les attaques par des ravageurs phytophages (Berenbaum, 1995). Elles constituent ainsi un moyen de défense face à l'attaque des bio-agresseurs (Feeny, 1976; Harborne 1993). D'après l'étude menée par Zouiten *et al.* (2000) sur l'interaction olivier-psyllé, les composés phénoliques ont une implication potentielle dans la réaction de la plante suite à l'attaque de l'insecte. Ces auteurs ont montré que les jeunes pousses des variétés les moins attaquées par *E. olivina* renferment des teneurs en phénols environ 2 fois plus élevées que les variétés plus sensibles. Ainsi les variétés de la plante hôte affectent de manière significative la croissance et le développement du phytophage par la qualité nutritionnelle ou/et par l'effet des composés défensifs du végétal (Awmack et Leather, 2002). De leur côté, Michalek *et al.* (1996) ont montré que les composés phénoliques peuvent être impliqués dans les mécanismes de défense des plantes aux infections parasitaires en inhibant le développement des champignons. En effet, l'inoculation des brindilles d'olivier par une suspension conidienne de *Verticillium dahliae* se traduit par des modifications du métabolisme phénolique (teneurs en flavones et en phénols insolubles) et par un flétrissement vers le 20^e jour suivant l'inoculation. Il en résulte une augmentation post-infectionnelle des teneurs en phénols de la paroi cellulaire. Ces teneurs deviennent environ 1,6 fois supérieures à celles des témoins. Les phénols estérifiés au niveau de la paroi sont représentés essentiellement par les acides férulique et p-coumarique (Elboustani *et al.*, 1998). Par ailleurs, les substances secondaires induisent une réduction des attaques d'insectes suite à une diminution de la valeur nutritive, ou un goût intolérable dans les tissus de la plante, la présence de toxines ou de substances répulsives (Gershenson et Croteau 1991; Harborne 1993; Simmonds, 2001), en l'occurrence les tanins, le méthylisobornéol et la myristicine (Metraux et Raskin, 1993). Ceci peut affecter le développement et la reproduction de l'insecte (l'antibiosis) (Awmack et Leather, 2002; Stamp, 2003; Smith, 2005), ou peut avoir un effet indirect par l'augmentation de l'exposition de l'insecte à ses ennemis naturels en raison d'une longue période de développement (Sarfrac *et al.*, 2006). L'interaction insecte-plante hôte est aussi influencée par les conditions microclimatiques (Schoonhoven, 1981; Zalucki *et al.*, 2002; Villalpando *et al.*, 2009). Cependant, certains insectes développent des mécanismes biochimiques d'adaptation vis-à-vis des molécules secondaires émises par leurs plantes hôtes (Lamb, 1989). Ces molé-

cules peuvent être des précurseurs de phéromones ou de substances de défense comme les alcaloïdes, les isoflavonoïdes ou les saponines produites par certaines plantes et peuvent être utilisées par les ravageurs phytophages pour se protéger de leurs prédateurs naturels (Harborne, 1993), alors que d'autres molécules secondaires de la plante, comme la tangeritine, sont des indicateurs de la source trophique pour les insectes phytophages et peuvent exercer un effet attractif vis-à-vis de ces derniers (Harborne, 1990; Metraux et Raskin, 1993; Smith, 2005). Au regard de l'importance de l'azote dans la synthèse protéique, la teneur en cet élément est déterminante dans la qualité nutritive de la plante pour une grande gamme d'insectes phytophages (Wilkinson et Douglas, 2003). En effet, selon Catling (1972), les fortes quantités d'azote dans les feuilles des agrumes stimulent l'oviposition chez *Trioza erytreae*. La richesse des plantes hôtes en azote augmente le taux de développement et de survie des insectes phytophages (Jonas et Joern, 2008).

Des études de la biologie d'*E. olivina* réalisées dans la région du Haouz (Maroc) (Ouguas et Hilal, 1995; Hilal *et al.*, 1997; Tajnari, 2001) et dans la région centre du Maroc (Meftah *et al.*, 2014), où l'insecte présente un cycle bivoltin, ont permis une meilleure connaissance de la dynamique des populations au champ. En revanche, les résultats des travaux d'évaluation de la sensibilité variétale de l'olivier à *E. olivina* effectués dans la région de Marrakech (Ouguas et Hilal, 1995; Zouiten *et al.*, 2000; Zouiten et El Hadrami, 2001; Zouiten, 2002) ne peuvent pas être adaptés pour asseoir une stratégie de lutte intégrée contre ce bio-agresseur au centre du Maroc (région de Meknès). En effet, comme cela a été remarqué chez d'autres homoptères (Morgan *et al.*, 2001), l'impact géographique sur l'insecte doit être pris en compte dans les programmes de sélection variétale. Aucune donnée n'est actuellement disponible sur les paramètres démographiques d'*E. olivina*, qui constituent un des principaux facteurs déterminant la résistance/sensibilité des différentes variétés de l'olivier à ce ravageur.

Cette étude présente les performances biologiques et démographiques d'*E. olivina* élevé sur des jeunes plants de quatre variétés d'olivier cultivés sous abri dans la région centre du Maroc, dans l'objectif de faciliter la conception d'une gestion intégrée du ravageur *E. olivina* sur différentes variétés d'olivier.

Matériels et méthodes

Variétés d'olivier

Les jeunes plants utilisés sont âgés d'un an et proviennent d'une pépinière agréée de la région de Meknès

produisant des plants d'olivier certifiés. Les variétés testées sont la *Picholine marocaine* (variété poly-clonale) et la *Haouzia* (clone issu de la *Picholine marocaine*) (Boulouha *et al.*, 1992), variétés dites à double aptitude, huile et conserve (selon leur époque de maturité). L'*Arbéquine*, variété à huile caractérisée par de petits fruits et des rendements élevés en huile, et la *Manzanille*, variété à gros fruits essentiellement destinés à la conserverie (olives de table) (COI, 2000).

Souches du psylle

Les adultes du psylle de l'olivier, issus de l'évolution des larves L₅ de la deuxième génération printanière, ont été prélevés sur des arbres de la variété *Picholine marocaine* plantés dans une parcelle expérimentale de l'Institut des Techniciens Spécialisés en Horticulture de Meknès (I.T.S.H.M.) (latitude: 33,524° N, longitude: 5,326° O et altitude: 544 m). Ils ont ensuite été récoltés par la technique de frappe (Reboulet, 1999), isolés sous loupe binoculaire par sexe dans des boîtes de Pétri et utilisés pour infester les rameaux des jeunes plants des variétés testées.

Expérimentation

L'essai variétal a été réalisé sans choix. L'étude a été conduite à l'intérieur d'un abri à l'I.T.S.H.M. à une température et une humidité relative variant respectivement de 11,9°C à 33,5°C et de 37,5 % à 90,3 % (Figure 1) et à la lumière du jour durant la période de février à juillet 2012.

Les plants d'olivier ont été cultivés en sachets de polyéthylène noir de 1,5 l de volume et placés par variété sur des tablettes métalliques surélevées à 1 m du sol. Chaque jeune plant d'olivier a été infesté par deux couples d'*E. olivina* à l'aide d'un pinceau fin. Le plant a ensuite été recouvert d'une toile en mousseline montée sur une armature en fil de fer galvanisé (Ø = 3,2 mm) de dimensions 20 x 20 x 100 cm (Longueur x largeur x hauteur) afin d'éviter la fuite des adultes. Pour chaque variété, 5 répétitions ont été effectuées.

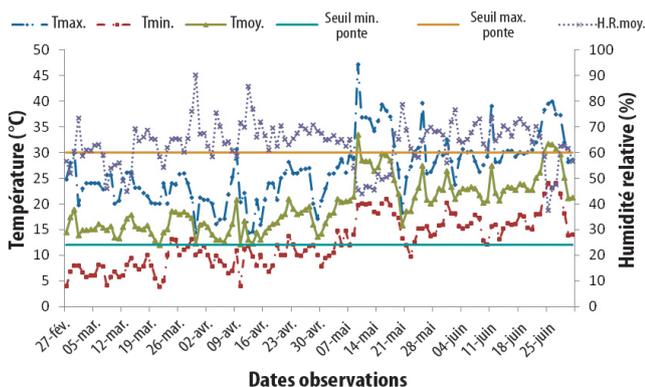


Figure 1 : Conditions de température et d'humidité relative sous abri durant l'étude de développement d'*Euphyllura olivina* sur quatre variétés d'olivier

Les observations ont été réalisées tous les quatre jours du début de l'infestation des variétés de l'olivier par les couples de psylle jusqu'à l'émergence des nouveaux adultes. À chaque observation, les différents stades du psylle (œufs, larves et adultes) ont été dénombrés sous loupe binoculaire ainsi que leur état (vivants ou morts). Pour chaque variété utilisée, les paramètres biologiques d'*E. olivina* mesurés sont la longévité des adultes, la fécondité (= nombre d'œufs pondus durant la vie des femelles), la durée de ponte, la fertilité des œufs émis sur chaque plant (= nombre d'œufs éclos/nombre d'œufs pondus x 100), le taux de mortalité embryonnaire (nombre d'œufs pondus - nombre d'œufs éclos/nombre d'œufs pondus x 100), le taux de mortalité larvaire ((nombre d'œufs éclos - nombre d'adultes émergés)/Nombre d'œufs éclos x 100), le nombre d'adultes émergés par sexe, le taux de succès (nombre d'adultes descendants/nombre d'œufs pondus x 100), le taux de survie (lx) et la fécondité selon l'âge (mx) (Southwood et Henderson, 2000).

Au terme de l'expérimentation, les paramètres démographiques d'*E. olivina* élevés sur les quatre variétés d'olivier ont été calculés selon Carey (1993; 2001). Ces derniers ont porté sur le taux net de reproduction (R_0), la sex-ratio (= nombre de mâles/nombre de femelles) (S), le taux intrinsèque d'accroissement (rm), le taux fini d'accroissement (λ), la durée moyenne d'une génération (T) et le temps de dédoublement de la population (Dt).

Analyse des données

Pour déceler d'éventuelles différences entre les paramètres biologiques (longévité, fécondité, fertilité, durée de ponte, descendance, durée de développement embryonnaire, durée d'une génération et mortalité), une comparaison par le test de Student à 5 % a été réalisée. Pour distinguer l'effet variétal sur les paramètres démographiques (R_0 , r_m , λ , T , Dt et S) d'*E. olivina* élevés sur les quatre variétés testées, une analyse de variance à un facteur de classification, suivie du test de Scheffé au seuil de 5 %, a été conduite. Les analyses statistiques ont été effectuées soit sur des données brutes dans le cas des variables quantitatives, soit sur des données transformées en $\text{Arcsin}\sqrt{\text{pourcentage}}$ dans le cas des proportions. Les courbes de survie ont été construites selon Kaplan-Meier (1958). La comparaison de la longévité moyenne des deux sexes du psylle obtenue sur les quatre variétés testées a été effectuée au moyen du test du logrank. Pour classifier les variétés selon leurs réponses à l'attaque du psylle, une analyse typologique (*cluster analysis*) selon la méthode de Ward a été conduite au moyen du logiciel Statistica version 7. L'analyse a été effectuée sur l'ensemble des valeurs moyennes standardisées des paramètres biologiques et démographiques mesurés.

Résultats et discussion

Effet variétal sur les paramètres biologiques Longévité

Les adultes d'*E. olivina*, mis en contact avec les plants de chacune des variétés d'olivier, ont une durée de vie qui varie selon la variété considérée: de 24 à 44 jours pour les mâles et de 26 à 50 jours pour les femelles (Figures 2 et 3), avec une forte variabilité individuelle. Les coefficients de variation oscillent entre 8,25 et 21,21 %.

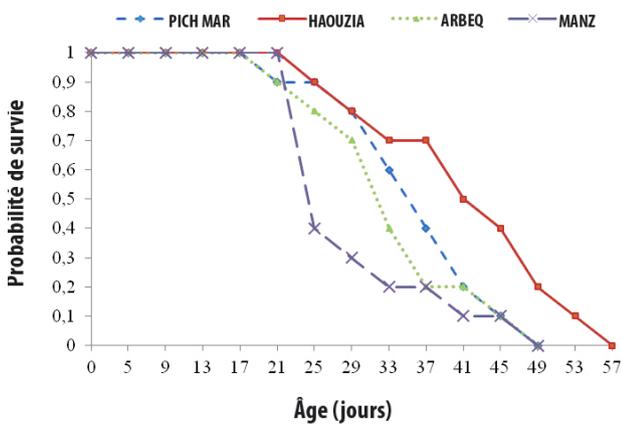


Figure 2 : Longévité des adultes femelles d'*E. olivina* sur les variétés d'olivier testées (N=10/variété) (le test logrank n'a révélé aucune différence significative entre les courbes de survie relevées sur les variétés testées)

Au sein d'une même variété, les femelles vivent plus longtemps que les mâles et la durée de leurs séjours sur la plante est supérieure à celle des mâles (Tableau 1). Dans cet essai, la variété *Haouzia* s'est montrée plus favorable à la survie des adultes, suivie de l'*Arbéquine*, de la *Picholine marocaine* et de la *Manzanille* (Figures 2 et 3). Chez une autre espèce de psylle, *Cacopylla pyri* (L.), Kapatos et Stratopoulou (1996) ont noté que la longévité des adultes variait de 22 à 28 jours dans les conditions naturelles selon les saisons (printemps et automne).

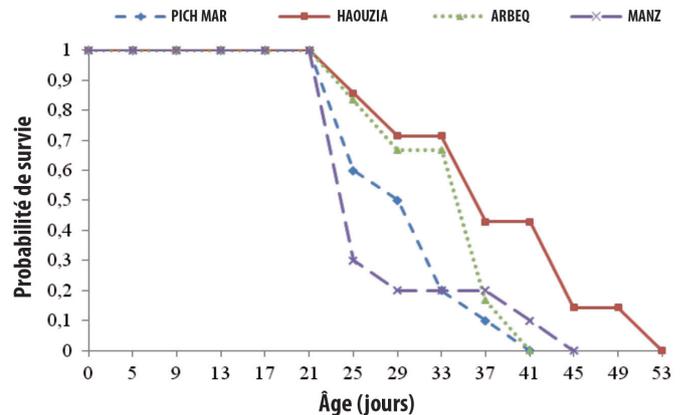


Figure 3 : Longévité des adultes mâles d'*E. olivina* sur les variétés d'olivier testées (N=10/variété) (le test logrank n'a révélé aucune différence significative entre les courbes de survie relevées sur les variétés testées)

Tableau 1 : Paramètres biologiques (Moyenne ± écart type) d'*Euphyllura olivina* élevé aux dépens de variétés d'olivier

Paramètres	Variété			
	Picholine marocaine	Haouzia	Arbéquine	Manzanille
Longévité Ad. M. (j)	31,6±2,61	33,2±4,38	34,0±7,21	29,6±4,10
Longévité Ad. F. (j)	37,6±6,54	39,2±7,01	34,4±4,77	31,2±4,82
Fécondité (Œufs/2 femelles)	654,60±194,11a	877,00±265,63b	634,40±256,81a	526,60±279,01c
Durée moyenne de ponte (j)	33,8±5,93a	44,2±4,38b	37,0±7a	31,4±10,81a
Fertilité (%)	39,81±7,83a	38,78±11,67a	63,90±13,20b	44,14±7,52a
Durée de développement embryonnaire (j)	14,48±21,00a	16,95±22,01b	7,89±9,58c	10,08±12,61c
Durée de développement larvaire (j)	43,24±29,79a	49,08±33,48b	61,87±24,48b	55,82±22,11c
Descendants femelles (N)	123a	240b	131c	137c
Descendants mâles (N)	105a	193b	107a	108a
Taux de succès (%)	6,97a	9,87b	7,50c	9,30b
Mortalité embryonnaire (%)	60,19±7,83a	61,22±11,67a	36,10±13,2b	55,86±7,52c

Paramètres	Variété			
	Picholine marocaine	Haouzia	Arbéquine	Manzanille
Mortalité larvaire (%)	81,92±2,14a	72,65±5,41b	87,50 ± 2,85a	78,82±5,23b

Ad. M.: Adultes mâles Ad. F.: Adultes femelles

Pour une même ligne, les valeurs affectées par une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (analyse de variance à 1 facteur, suivie du test t de Student au seuil de 5%).

Fécondité

E. olivina, mis en contact avec les variétés utilisées, commence à pondre à partir du 6^e jour suivant le début de l'essai sur *Haouzia* et le 10^e jour sur les autres variétés (Figure 4). La durée d'oviposition du psylle varie de

44 à 52 jours selon la variété considérée et l'optimum de pontes est relevé la deuxième semaine sur la *Picholine marocaine*, la troisième semaine sur l'*Arbéquine* et sur la *Haouzia* et la quatrième semaine sur la *Manzanille* (Figure 4).

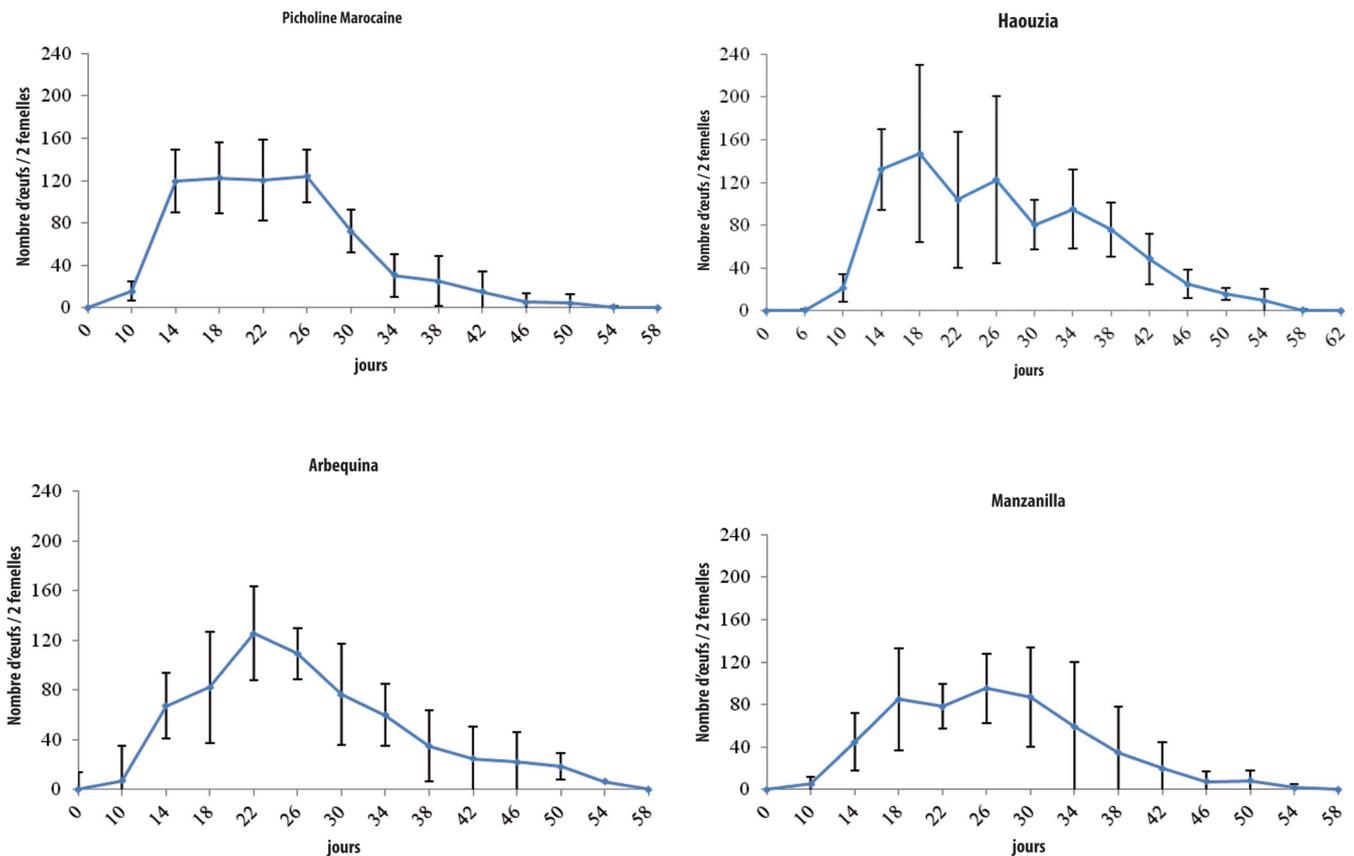


Figure 4: Chronologie de la fécondité d'*E. olivina* élevé sur quatre variétés d'olivier sous abri

La plus longue période de ponte est relevée sur la variété *Haouzia* (Tableau 1). Au cours de la période d'oviposition, les fécondités extrêmes varient de 191 à 1 242 œufs/2 femelles selon la variété, avec une forte variabilité individuelle (coefficients de variation = 29,65-52,98%). Bien qu'il n'y ait pas de différences significatives entre les variétés testées, la fécondité la plus élevée est observée sur la *Haouzia* et la plus faible sur la *Manzanille* (Tableau 1). La variété *Haouzia* se montre donc plus favorable comme support de pontes à *E. olivina*, tandis que les autres variétés le sont relativement moins (Tableau 1). Dans cet essai, la fécondité du psylle dépend en grande partie de la longévité des femelles ($R^2 = 0,79$). Asadi *et al.* (2011)

ont noté que la fécondité chez *E. pakistanica*, élevé au laboratoire à $20 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ d'humidité relative et à une photopériode de 16:08 heures (L:D), est influencée par les variétés d'olivier testées (*Fishomi*, *Shenge*, *Oil*, *Yellow*) et que le maximum est enregistré sur la *Yellow* (398 ± 18 œufs/femelle) et le minimum sur la *Oil* ($151 \pm 7,0$ œufs/femelle), alors que sur la *Fishomi*, la fécondité enregistrée est de 189 ± 14 œufs/femelle. En verger, toujours selon les mêmes auteurs, la fécondité sur *Fishomi* n'est que de $103,26 \pm 10,39$ œufs/femelle. D'un autre côté, les travaux sur l'effet de la variété d'olivier sur la fécondité d'*E. olivina* menés par Zouiten *et al.* (1998; 2000) et Zouiten et El Hadrami (2001), ont montré que parmi les variétés d'oli-

vier étudiées (*Santa Catarina*, *Gordale*, *Lucques*, *Frontoio* et *Arbéquine*), *Santa Catarina* et *Gordale* se sont avérées plus favorables à la ponte que les autres variétés étudiées et que la différence enregistrée entre les fécondités serait due à l'action des composés phénoliques (l'oleuropéine, les 3,4-dihydroxyphényléthanol et l'acide caféique) constitutifs des tissus de l'olivier sur l'insecte. Par ailleurs, les observations de Zouiten *et al.* (2000; 2004) ont fait ressortir que les 3,4-dihydroxyphényléthanol forment un composé phénolique potentiel impliqué dans l'interaction olive-psyllle. Ce composé peut agir directement comme un fort inhibiteur de protéinase ou d'amylase chez l'insecte, ou indirectement en activant les gènes protéinases dans la plante-hôte pour exercer un effet antiappétant chez *E. olivina*, ce qui affecte la ponte du psyllle et entraîne un pourcentage élevé de sa mortalité. Selon Simmonds (2001), la quercétine, une fraction constitutive des composés phénoliques, peut bloquer l'oviposition chez certains insectes. La durée d'oviposition varie de 21 à 49 jours selon les variétés d'olivier testées; la durée la plus courte est relevée sur la *Manzanille* (31,4±10,81 jours) et la plus longue sur la *Haouzia* (44,2±4,38 jours) (Tableau 1). Les durées de ponte du psyllle ne diffèrent pas statistiquement entre elles. Ksantini *et al.* (2002) ont enregistré une durée de ponte de 37 jours chez *E. olivina* élevé au laboratoire sous une température constante de 25°C, une humidité relative de 70±5 % et une photopériode de jours courts (10:14), sur des rameaux d'olivier de la variété *Chemlali* plongés dans une solution nutritive de Knop. Chez *E. pakistanica* élevé au laboratoire, la durée d'oviposition avoisine les 34 jours (Asadi *et al.*, 2011).

Fertilité

Dans notre étude, la fertilité s'étend de 26,24 % à 78,31 % des œufs pondus sur chacune des variétés avec une forte variabilité allant de 17,03 à 30,08 %. Le pourcentage d'éclosion des œufs est statistiquement différent entre les variétés ($F_{\text{cal}} = 6,38 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Le taux de fertilité le plus élevé est enregistré sur l'*Arbéquine* (63,90±13,20 %) et le plus faible sur la *Haouzia* (38,78±11,67 %), alors que pour la *Manzanille* et la *Picholine marocaine*, la fertilité enregistrée est respectivement de 44,14±7,52 et 39,81±7,83 % des œufs pondus (Tableau 1). La durée du développement embryonnaire des œufs est relativement longue sur la *Haouzia* (16,95±22,01) alors que la durée la plus courte est enregistrée sur l'*Arbéquine* avec 7,89±9,58 (Tableau 1). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Ksantini (1986), qui a enregistré une durée de développement embryonnaire chez *E. olivina* variant de 7 à 14 jours en passant de 30°C à 20°C.

Développement larvaire

Le développement larvaire d'*E. olivina* se déroule en cinq stades. La durée de développement larvaire maxi-

male est relevée sur la variété *Arbéquine* (61,87±24,48) et la minimale sur la *Picholine marocaine* (43,24±29,79) (Tableau 1), suggérant que cette dernière variété est moins favorable au développement larvaire d'*E. olivina*. Les taux de mortalité totale des stades larvaires d'*E. olivina* élevé sur les quatre variétés d'olivier testées sont présentés dans le Tableau 1. La comparaison au moyen du test de Student des pourcentages de mortalité a montré des différences significatives entre les variétés: le maximum a été relevé sur l'*Arbéquine* (87,50±2,85 %) et le minimum sur la *Haouzia* (72,65±5,41 %) (Tableau 1), avec des coefficients de variation respectifs de 3,25 et 7,45 %. Cette dernière variété convient mieux au développement des stades immatures, comme cela a été observé par Ouguas (1994) et par Zouiten *et al.* (1998). La différence dans les taux de mortalité des stades larvaires du psyllle relevés sur les variétés testées pourrait être liée à la nature et à l'abondance de certaines fractions phénoliques présentes séparément dans chaque variété. Ces composés peuvent affecter la capacité digestive de l'insecte et leur assimilation (Liu *et al.*, 2004) et par conséquent induire sa mortalité. En effet, Zouiten (2002) a montré par des analyses chimiques par HPLC que les fractions constitutives des phénols sont différemment abondantes chez les variétés d'olivier cultivées dans le Haouz (Maroc), plus particulièrement l'oleuropéine, la rutine et autres dérivés de la quercétine, la lutéoline-7-glucoside, le verbascoside et les 3,4-dihydroxyphényléthanol, en agissant fortement sur les paramètres de reproduction d'*E. olivina*. Cela a aussi été confirmé par Ouguas *et al.* (2006) en traitant le psyllle élevé sur les variétés *Ménara* et *Arbéquine* avec des composés phénoliques extraits à partir des jeunes pousses de la variété *Santa Catarina*. De leur côté, Asadi *et al.* (2011) ont démontré l'effet de différentes variétés d'olivier sur les paramètres biologiques d'*E. pakistanica*. Dans notre étude, la mortalité élevée enregistrée sur les différents stades larvaires de l'insecte serait aussi due aux fortes chaleurs enregistrées durant la période de l'étude. En effet, des températures supérieures ou égales à 30°C, létales au psyllle de l'olivier, ont sévi pendant 15 jours en mai et 17 jours en juin 2012 (Figure 1). L'effet léthal des températures élevées sur *E. olivina* a déjà été noté par Chermiti (1989), Tajnari (2001), Ksantini *et al.* (2002) et Ksantini (2003). Selon ces derniers auteurs, la longévité moyenne d'*E. olivina* diminue au fur et à mesure que la température dépasse ou avoisine 30°C. Amin *et al.* (2013) ont dégagé la même conclusion chez *E. straminea* élevé au laboratoire sous trois températures constantes (20, 25 et 30°C).

Taux de succès

L'émergence des femelles a commencé vers le 37^e jour après la ponte, bien avant celle des mâles sur *Picholine marocaine* et *Haouzia*, alors que sur *Manzanille* l'appari-

tion des deux sexes n'a eu lieu que vers le 45^e jour suivant l'oviposition. En revanche, l'émergence des mâles sur *Arbéquine* a précédé celle des femelles, celles-ci ayant eu lieu respectivement les 37^e et 45^e jours après la ponte (Figures 5 et 6). Le taux de succès enregistré sur les variétés *Manzanille*, *Arbéquine* et *Picholine marocaine* est respectivement de 9,30, 7,50 et 6,97 %, alors qu'il a atteint 9,87 % des œufs émis sur la variété *Haouzia*. Cette dernière variété s'avère plus favorable pour atteindre le stade imaginal d'*E. olivina* (Tableau 1). Le nombre des descendants adultes mâles et femelles obtenus à partir de 10 couples par variété d'olivier est très variable. Le nombre total maximum des adultes est relevé sur la *Haouzia* (433 individus) avec 240 adultes femelles, dont 50 % sont apparues 63,21 jours après la ponte, et 193 adultes mâles, dont 50 % sont enregistrés 62,83 jours après la ponte. Sur la *Manzanille*, 245 adultes (137 femelles et 108 mâles), dont 50 % sont apparus respectivement 65,69 et 62,77 jours après la ponte, alors que sur l'*Arbéquine* le nombre total enregistré est de 238 adultes, dont 131 femelles et 107 mâles, avec 50 % émergés respectivement 69,57 et 67,19 jours après la ponte. Enfin, le nombre le plus faible des émergences est noté sur la *Picholine marocaine* avec 228 adultes, dont 123 femelles et 105 mâles, parmi lesquels 50 % sont enregistrés respectivement 55,71 et 55,52 jours après la ponte. Dans cet essai, la *Haouzia* s'est montrée la plus favorable au développement d'*E. olivina*. Elle est suivie respectivement par la *Manzanille*, l'*Arbéquine* et la *Picholine marocaine* (Tableau 1). La *Picholine marocaine* est la plus tolérante à l'attaque du psylle et produit une quantité de biomasse plus importante que celle des autres variétés examinées (Smith, 2005). Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Asadi *et al.* (2011) sous des conditions contrôlées en laboratoire à Shiraz en Iran, pour *E. pakistanica* élevé sur quatre variétés d'olivier (*Fishomi*, *Yellow*, *Oil* et *Shenge*).

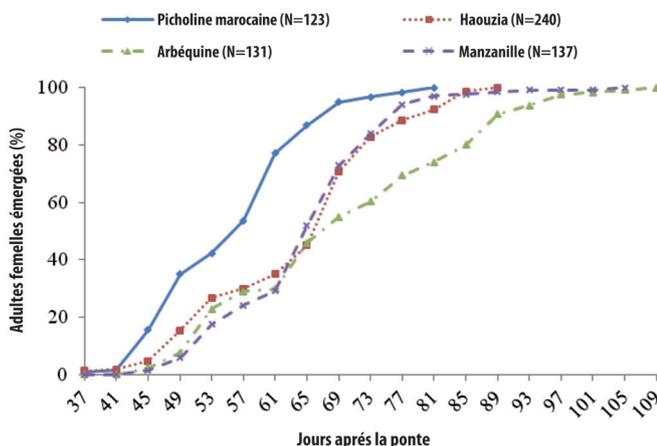


Figure 5 : Chronologie des émergences des adultes femelles d'*Euphyllura olivina* sur quatre variétés d'olivier

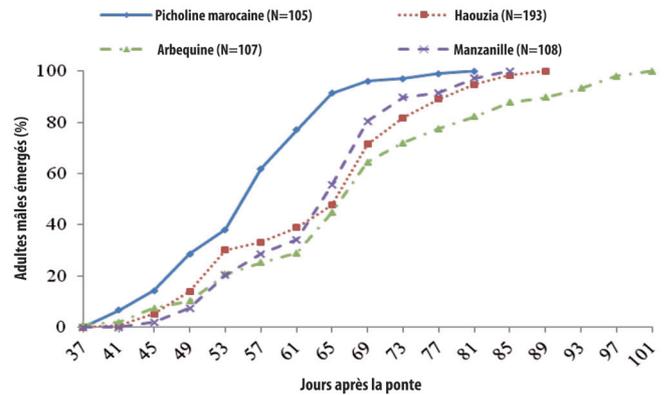


Figure 6 : Chronologie des émergences des adultes mâles d'*Euphyllura olivina* quatre variétés d'olivier

Effet variétal sur les paramètres démographiques

Les taux de survie par âge (l_x) d'*E. olivina* sur les quatre variétés testées sont présentés dans la Figure 7. Il ressort de cette dernière figure que la variété *Haouzia* se démarque par rapport aux autres variétés étudiées qui présentent le même profil de survie. Les taux de mortalité le plus élevé et le plus bas des stades de développement larvaire sont enregistrés respectivement sur l'*Arbéquine* ($87,50 \pm 2,85$ %) et la *Haouzia* ($72,65 \pm 5,41$ %) (Tableau 1), suggérant que cette dernière variété est plus appropriée pour le développement des stades immatures d'*E. olivina*. Le taux de mortalité le plus élevé chez les larves est observé au stade larvaire L_5 avec un maximum de 27,36 % sur la *Picholine marocaine* et un minimum de 14,02 % sur la *Haouzia*. Les courbes de survie d'*E. olivina* relevées sur les quatre variétés appartiennent au type 1 conventionnel. L'espèce est frappée par une forte mortalité aux stades jeunes (œuf et larves) (Figure 7). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Asadi *et al.* (2011) chez *E. pakistanica* élevé sur quatre variétés d'olivier (*Fishomi*, *Yellow*, *Oil* et *Shenge*), qui a précisé que le stade L_5 , qui présente le taux de mortalité le plus élevé par rapport aux autres stades larvaires de l'insecte, est le plus vulnérable.

La fécondité spécifique (m_x) varie de 1 à 29 femelles/jour sur la *Picholine marocaine*, de 1 à 62 sur la *Haouzia*, de 1 à 21 sur l'*Arbéquine* et de 1 à 31 sur la *Manzanille* (Figure 7). Les fécondités maximales sont notées 74, 78, 70 et 70 jours après l'infestation des plants, respectivement sur la *Picholine marocaine* (29 femelles/jour), sur la *Haouzia* (62 femelles/jour), sur l'*Arbéquine* (21 femelles/jour) et sur la *Manzanille* (31 femelles/jour). Là encore, c'est la variété *Haouzia* qui s'est montrée la plus propice au psylle.

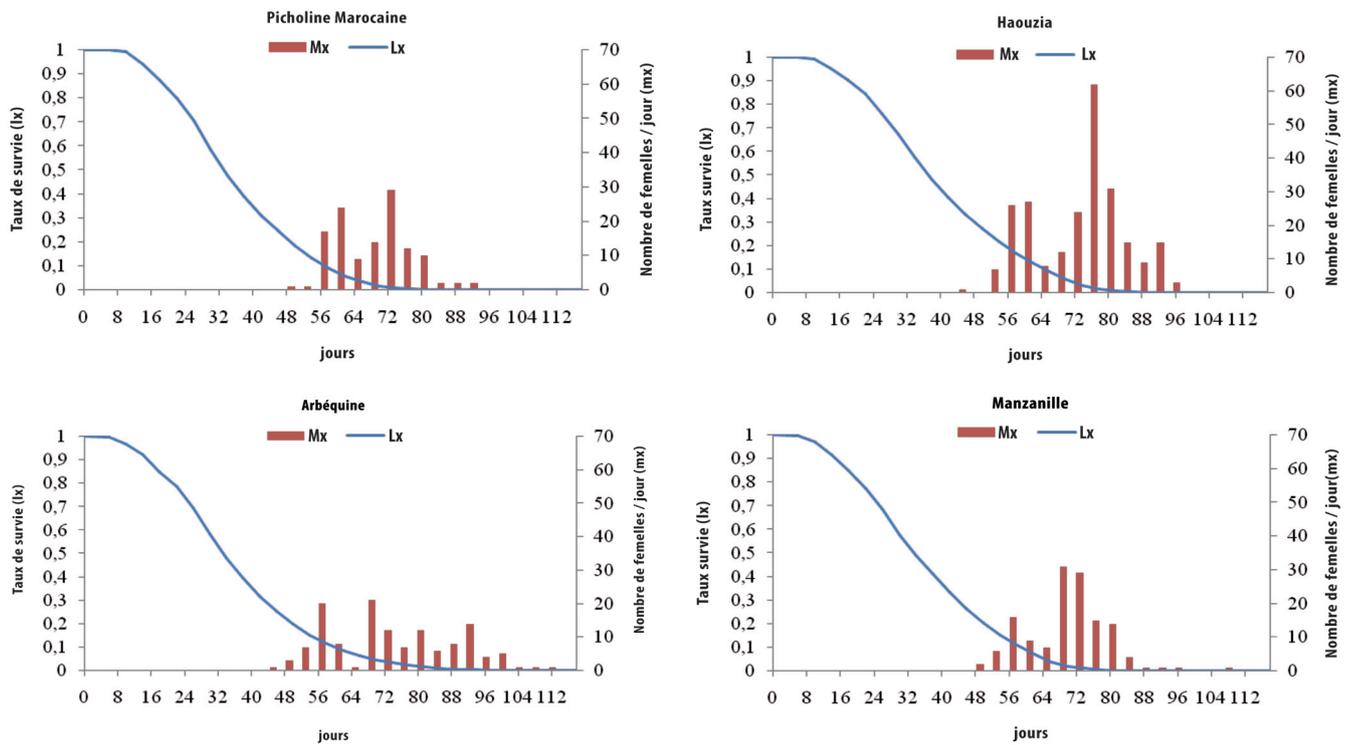


Figure 7 : Évolution de la survie (Lx) des femelles sexuellement matures (mx) chez *E. olivina* sur quatre variétés d'olivier

L'espérance de vie (ex) d'*E. olivina* varie selon la variété et, au sein d'une même variété, selon le stade considéré. Pour les œufs, elle varie de 1,91 jours sur la variété *Haouzia* à 2,80 jours sur l'*Arbéquine*. Tandis

que pour les autres stades, ex varie de 9,45 jours sur l'*Arbéquine* à 10,18 jours sur la *Haouzia*. L_1 est le stade qui a l'espérance de vie la plus forte : de 3,18 jours sur la *Manzanille* à 3,41 jours sur la *Haouzia* (Figure 8).

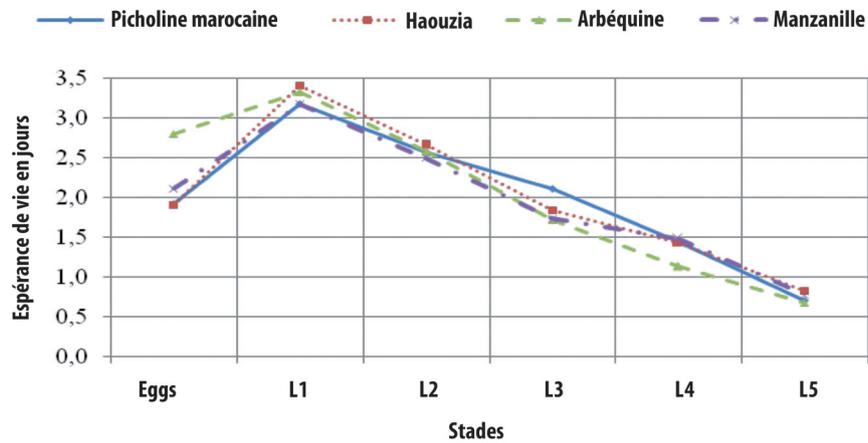


Figure 8 : Espérance de vie (ex) par stade d'*Euphyllura olivina* élevé sur quatre variétés d'olivier

Les paramètres démographiques des populations d'*E. olivina* (R_0 , r_m , λ , T , Dt et S) sur les quatre variétés sont présentés dans le Tableau 2. Le taux net de reproduction (R_0) varie significativement selon les variétés étudiées ($F_{calculé} = 3,83 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Le taux le

plus élevé est enregistré sur *Haouzia* ($24,00 \pm 6,35$) et le plus faible sur *Picholine marocaine* ($12,30 \pm 3,77$). Le taux intrinsèque d'accroissement (r_m), qui est considéré comme un indice important du rendement potentiel de la population d'*E. olivina*, est significativement affecté

té par les variétés ($F_{\text{calculé}} = 3,67 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Il varie de $0,04 \pm 0,00$ individu/jour sur la *Picholine marocaine* à $0,05 \pm 0,00$ individu/jour sur la *Haouzia*. Cette dernière variété présente une croissance rapide de la population du psylle. Les valeurs de r_m d'*E. pakistanica* enregistrées par Asadi *et al.* (2011) sur *Fishomi*, *Yellow*, *Oil* et *Shenge* sont plus élevées, allant de 0,14 à 0,17 individu/jour, tandis que Amin *et al.* (2013) ont noté un r_m de 0,03 individu/jour chez *E. straminea* élevé à température constante de 25°C. Le taux limite d'accroissement (λ) d'*E. olivina* enregistré diffère aussi significativement entre les quatre variétés ($F_{\text{calculé}} = 3,68 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Il est de $1,04 \pm 0,01$ femelle/jour sur *Arbéquine* et *Manzanille*, de $1,05 \pm 0,00$ femelle/jour sur *Picholine marocaine* et de $1,05 \pm 0,01$ femelle/jour sur *Haouzia*. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Asadi *et al.* (2011) qui ont noté des valeurs de λ variant de 1,15 à 1,18 femelle/jour chez *E. pakistanica* élevé sur quatre variétés d'olivier. De leur côté, Amin *et al.* (2013) ont obtenu une valeur de 1,03 femelle/jour chez *E. straminea* élevé sous température constante de 25°C. La durée moyenne d'une génération (T) est de $57,73 \pm 8,79$ jours pour la *Picholine marocaine*

et de $69,76 \pm 14,90$ jours pour l'*Arbéquine*. En revanche, sur les deux autres variétés, la valeur de T ne diffère pas statistiquement. Amin *et al.* (2013) ont enregistré une durée moyenne d'une génération de 53,50 jours chez *E. straminea* à température constante de 25°C. Le temps de dédoublement de la population (Dt) est statistiquement plus élevé sur *Arbéquine* (18,82 jours) et plus court sur *Haouzia* (14,19 jours), suggérant que cette variété est plus favorable pour le doublement de la population de l'insecte. La proportion maximale des mâles par rapport aux femelles (sex-ratio) est de 0,85 sur *Picholine marocaine* et la minimale est de 0,79 sur *Manzanille*. Amin *et al.* (2013) ont enregistré une sex-ratio de l'ordre 0,93 chez *E. straminea* élevé sous une température constante de 25°C. Cependant, la sex-ratio obtenue en conditions contrôlées peut être différente de celle observée dans la nature. En conditions naturelles, les populations d'*E. olivina* sont contrôlées en plus des facteurs abiotiques par de nombreux prédateurs (insectes, araignées et acariens). La sex-ratio au sein de la population du psylle peut aussi diminuer du fait que les femelles vivent un peu plus longtemps que les mâles.

Tableau 2 : Paramètres démographiques d'*E. olivina* élevé sur quatre variétés d'olivier

Paramètres	Variétés			
	Picholine marocaine	Haouzia	Arbéquine	Manzanille
Taux net de reproduction (R_0) (♀//génération)	12,30±3,77a	24,0±6,35b	13,10±6,94a	13,70±7,49a
Taux intrinsèque d'accroissement (r_m : ♀/♀/ d)	0,04±0,00a	0,05±0,00b	0,04±0,01a	0,04±0,01a
Taux limite d'accroissement (λ : ♀/♀/ d)	1,04±0,00a	1,05±0,00b	1,04±0,01a	1,04±0,01a
Durée moyenne d'une génération (T : j)	57,73±8,79a	66,03±11,47b	69,76±14,90c	65,91±9,50b
Temps de dédoublement de la population (Dt : j)	15,99±1,50a	14,44±1,41a	20,52±4,61b	19,39±5,30b
Sex-ratio (S)	0,85a	0,80b	0,82a	0,79b

Pour une même ligne, les valeurs affectées par une même lettre ne diffèrent pas statistiquement entre elles (analyse de variance à 1 facteur, suivi du test de Scheffé au seuil de 5%).

La variabilité dans ces paramètres de croissance de la population d'*E. olivina* peut être liée à des facteurs intrinsèques et extrinsèques, en l'occurrence les conditions de températures enregistrées durant l'essai et des différences morphologiques (densité des pousses, forme et couleur des feuilles, épaisseur de la cuticule,...) et/ou chimiques (présence de molécules allélochimiques)

chez les variétés testés (Syed et Abro, 2003), ce qui peut jouer un rôle important dans la variabilité de leur résistance au psylle, comme cela a été démontré par Zouiten *et al.* en 2001 sur plusieurs variétés d'olivier.

Enfin, l'intégration de tous les paramètres biologiques et démographiques d'*E. olivina* mesurés sur

les quatre variétés étudiées permet de classer celles-ci selon leur sensibilité au psylle (Figure 9). De cette dernière, il ressort que la *Haouzia* est la plus favorable au développement de l'insecte, suivie de la *Manzanille*, de l'*Arbéquine* et de la *Picholine marocaine*, laissant supposer une sensibilité différente au psylle.

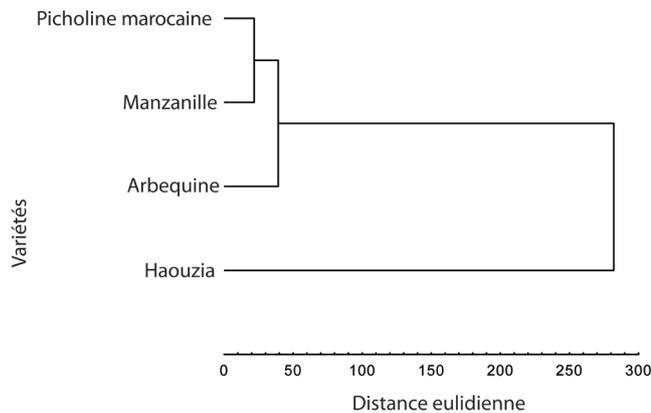


Figure 9 : Dendrogramme des quatre variétés hôtes d'*Euphyllura olivina* selon ses paramètres biologiques et démographiques mesurés (méthode de Ward)

Conclusions

La résistance variétale est une méthode de contrôle compatible avec la lutte chimique et biologique et sans effet sur l'environnement et le consommateur dans un contexte de développement durable (Wilson et Huffaker, 1976; Razmjou *et al.*, 2006). En effet, tout en restant compatible avec la lutte chimique, la résistance variétale influence la dynamique des populations des ravageurs en affectant leurs taux intrinsèques d'accroissement et améliore l'efficacité des ennemis naturels (Greenberg *et al.*, 2001; Smith, 2005; Razmjou *et al.*, 2006; 2013). Notre étude a montré que les paramètres de croissance des populations d'*E. olivina* ont été affectés par les variétés testées et il en ressort que la variété *Haouzia* est la plus favorable au développement de la population du psylle par rapport aux autres variétés examinées. Sur cette variété, le psylle vit plus longtemps et pond plus d'œufs. Il présente aussi un taux net de reproduction et un taux intrinsèque d'accroissement plus élevés. D'ailleurs, ce dernier paramètre (r_m) est très utilisé pour apprécier le niveau de résistance des plantes aux insectes (Van Lenteren et Noldus, 1990; Razmjou *et al.*, 2006). La sensibilité de la variété *Haouzia* peut être due en l'occurrence aux éléments nutritifs plus abondants dans cette variété ou à la richesse des substances allélochimiques dans les autres variétés testées par rapport à la *Haouzia*. Les variétés *Arbéquine*, *Manzanille* et *Picholine marocaine* se sont avérées moins favorables à l'infestation d'*E. olivina* : les valeurs des paramètres étudiés sont relativement faibles,

en particulier sur la *Picholine marocaine*, ce qui suggère la présence probable de substances allélochimiques agissant comme agents antixénotiques et/ou antibiotiques chez cette variété qui occupe d'ailleurs plus de 86 % des superficies oléicoles. Elle doit être privilégiée dans l'établissement de nouveaux vergers d'olivier. Il reste cependant à préciser l'effet du psylle sur la production oléicole en vergers productifs et les substances allélochimiques impliquées dans la résistance variétale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abou-Setta M.M., Sorrell R.W., Childers, C.C., (1986). Life - 48, A Basic-Computer Program to calculate life parameters for insect or mite species. *Florida Entomol.*, **69** (4) : 690-697.
- Amin A.H., Helmi A., El-Wan E.A., Youssef A.S., (2013). Bionomic and life table parameters of olive psyllid, *Euphyllura straminea* on olive seedlings under three constant temperatures. *Munis Entomology & Zoology*, **8** (1) : 294-30.
- Arambourg Y., (1964). Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann. Int. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, **37** : 1 - 140.
- Arambourg, Y., (1985). Olive tree psylla, *Euphyllura olivina* Costa. Olive tree entomology. *Nat. Agric. Res. Instit.*, Spain, **27** : 261-268.
- Arambourg Y., Chermiti B., (1986). *Euphyllura olivina* Costa, Psyllidae. In traité d'Entomologie Oléicole. Conseil oléicole international. Espagne : 163 - 171.
- Asadi R., (2010). Bioecology of olive psyllid *Euphyllura pakistanica* (Hemiptera, Psyllidae) and its parasitoid *Psyllaephagus zdeneki* (Hymenoptera, Encyrtidae) in Fars province. *Ph.D. Thesis*, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran : 167 p.
- Asadi R., Talebi A., Khalghani J., Fathipour Y., Moharramipour S., Burckhardt D., (2011). Comparative development and demographic parameters of *Euphyllura pakistanica* on four olive varieties. *Bulletin of Insectology* **64** (2) : 159-165.
- Awmack C.S., Leather S.R., (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology*. **47** : 817-881.
- Berenbaum M.R., (1995). The chemistry of defense: theory and practice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **92** : 2-8.
- Boulouha B., Loussert R., Saadi R., (1992). Étude de la variabilité phénotypique de la variété «Picholine marocaine» dans la région du Haouz. *Olivæ* **43** : 30-33.
- Burckhardt D., Hodkinson I. D., (1985). Visitors to the garden festival. *Antenna*, **9** : 2.

- Burckhardt D., (2009). Fauna Europaea: Psylloidea. Fauna Europaea version 2.1. [online] URL <http://www.faunaeur.org>.
- Cai Q. N., Zhang W., Cheo M., (2004). Contribution of indole alkaloids to *Sitobion avenae* (F.) resistance in wheat. *Journal of Applied Entomology* **128** (8): 517-528.
- Carey J., (1993). Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, Oxford, U.K.: 206 p.
- Carey J., (2001). Insect biodemography. *Annual Review of Entomology*, **46**: 79-110.
- Cates R.G., (1980). Feeding patterns of monofagous, oligophagous and polyphagous insect herbivores: The effect of resource abundance and plant chemistry. *Oecologia*, **46**: 22-31.
- Catling H.D., (1972). The bionomics of the South Africa citrus psylla, *Trioza erytrae* Del Guercio (Homoptera: Psyllidae). Final population studies and discussion of population dynamics. *J. Entomol. Soc. S. Afr.* **35**: 235-251.
- Chermiti B., (1983). Contribution à l'étude bioécologique du Psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Hom; Psyllidae) et de son endoparasite *Psyllaephagus euphyllurae* Silv. (Hym; Encyrtidae). Thèse Doctorat Ingénieur, Université d'Aix-Marseille, France: 34 p.
- Chermiti B., (1989). Dynamique des populations du psylle de l'olivier *E. olivina*, en conditions méditerranéennes. Thèse Doctorat Es-Sciences, Université d'Aix-Marseille, France: 224 p.
- Conseil oléicole international, (2000). *Catalogue mondial des variétés d'olivier*, Madrid (Espagne): 360 p.
- Conseil oléicole international, (2007). *Techniques de production en oléiculture*. Édition 2007. ISBN: 978-84-931663-8-0. Madrid (Espagne): COI.: 346 p.
- Cotes B., Ruano F., García P., Pascual F., Tinaut A., Pepa A., Campos M., (2007). Differences in insects within the olive orchard agroecosystem under integrated management regime in south Spain. *Bulletin OILB/SROP* **30**: 47 p.
- Dibou A., Ksantini M., Raptopoulos D., (2010). Essais de l'efficacité du bioinsecticide tetrastop en vue d'un contrôle biologique du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae). *Revue Ezzaitouna* **11** (1): 10 p.
- Elboustani E., Elmodafar C., Boulouha B., Serrhini M.N., (1998). Accumulation de flavanes et de phénols pariétaux dans les tiges de l'olivier (*Olea europaea*) inoculées par *Verticillium dahliae*. Comm. 2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-2).
- Ezzahiri B., Bouhache M., Mihi M., (2013). *Index phytosanitaire Maroc*. 10^e édition. Rabat- Institut: Association Marocaine de Protection des Plantes, ISBN: 978 9954 582 015: 304p. <http://www.amppmaroc.org/fr/publications.html>
- Farahbakhch G., Moini M., (1975). *Olive pests in Iran*. Plant Pests and Diseases Research Institute, National Agricultural Research Organisation, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Tehran, Iran: 73 p.
- Feeny P., (1976). Plant apparency and chemical defense. *Recent Adv. Phytochem*, **10**: 1-40.
- Geiger C., Gutierrez A., (2000). Ecology of *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae): psyllid damage, tree phenology, thermal relations, and parasitism in the field. *Environmental Entomology*, **29** (1): 76-86.
- Gershenzon J., Croteau R., (1991). Terpenoids. In: *Herbivore: their interactions with secondary plant metabolites*, 2Ed, Vol. I: *The chemical participants*. Ed. G.A. Rosenthal, M.R. Berenbaum. Academic Press Inc. London: 165-219.
- Gharbi N., Dibo A., Ksantini M., (2012). Observation des populations d'arthropodes durant la période de pullulation du psylle de l'olivier dans les oliveraies tunisiennes. *Tunisian Journal of Plant Protection* **7**: 27-34.
- Greenberg S.M., Sappington T.W., Legaspi B.C., Liu T.X., Setamou M., (2001). Feeding and life history of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **94**: 566-575.
- Harborne J.B., (1990). Role of secondary metabolites in the chemical defense mechanisms in plants. Bioactive compounds from plants. Ciba Foundation Symposium 154. Chichester, Wiley: 126 p.
- Harborne J.B., (1993). *Introduction to chemical ecology*, 4^e édition, Academic press, London: 317 p.
- Hilal A., Tajnari H., Sekkat A., Chemseddine M., (1997). Mise en évidence d'une diapause de reproduction de psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae). *Al Awamia*, **98**: 23-33.
- Hodkinson I. D., (1974). The biology of the psylloidea (Homoptera): a review-*Bulletin of Entonomy Research*. **64**: 325-339.
- Jallow M.F.A., Cunningham J.P., Zalucki M.P., (2004). Intra-specific variation for host plant use in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): implications for management. *Crop. Prot.* **23**: 955-964.
- Jardak T., Moalla M., Khalfallah H., Smiri H., (1985). Essais d'évaluation des dégâts causés par le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Homoptera: Psyllidae). Données préliminaires sur le seuil de nuisibilité. *Proc. CEC/FAO/IOBC. Int. Joint Meeting, Pisa (Italy)*: 270-284.
- Jarraya A., (2003). Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts, leur contrôle. Edition Climat Publications, Tunis (TN): 415 p.
- Jonas J.L., Joern A., (2008). Host-plant quality alters grass/forb consumption by a mixed-feeding insect herbivore, *Melanoplus bivittatus* (Orthoptera, Acrididae). *Ecological Entomology*, **33**: 546-554.
- Kapatos E.T., Stratopoulou E.T., (1996). Demographic

- study of the reproductive potential of pear psylla, *Cacopsylla pyri*, *Entomologia Experimentalis et applicata*, **80**: 497-502.
- Kaplan E.L., Meier P., (1958). Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Amer. Statist. Assn.* **53**: 457-481.
- Karley A.J., Douglas, A.E., Parker W.E., (2002). Amino acid composition and nutritional quality of potato leaf phloem sap for aphids. *Journal physiology*, **53**: 96-103.
- Kovanci B., Kumral N.A., Akbudak B., (2005). The population fluctuation of *Euphyllura phillyreae* Foerster (Homoptera: Aphalaridae) in olive orchards of Bursa, Turkey. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **19**: 1-12.
- Ksantini M., Jardak T., BouAïn A., (2002). Temperature Effect on the biology of *Euphyllura olivina* Costa. *Acta Horticulturae* **586**: 827-829.
- Ksantini M., (1986). Contribution à l'étude de l'influence des températures constantes sur le développement de l'œuf du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera: Psyllidae). *Ed. FAO, La protection phytosanitaire de l'olivier*: 133-160.
- Ksantini M., (2003). Contribution à l'étude de la dynamique des populations du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Aphalaridae) et de sa nuisibilité dans la région de Sfax. Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Fac. Sc. Sfax: 267p.
- Lamb R.J., (1989). Entomology of oilseed Brassica crops. *Annu. Rev. Entomol.*, **34**: 211-229.
- Li Y., Hill C. B., Hatman G. L., (2004). Effect of three resistant soybean genotypes on the fecundity, mortality and maturation of soybean aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, **97**: 1106-1111.
- Liu Z. D., Li D. M., Gong P. Y., Wu K. J., (2004). Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology*, **33**: 1570-1576.
- Loginova M.M., (1972). On the fauna of *Psylloidea* (Homoptera) from Morocco. *Commentationes Biologicae*, **47**: 1-37.
- Loginova M.M., (1976). Psyllids (*Psylloidea*, Homoptera) of the Canary Islands and Madeira. *Commentationes Biologicae*, **81**: 1-37.
- Malumphy C., (2011). Olive psyllid *Euphyllura olivina* (Homoptera: Psyllidae), a Mediterranean pest of olive breeding outdoors in Britain. *British Journal of Entomology and Natural History*, **24** (1): 17-21.
- Mathur R.N., (1975). Psyllidae of the Indian Subcontinent. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi (India): 429 p.
- Meehan T.D., Werling B.P., Landis D.A., Gratton C., (2011). Agricultural landscape simplification and insecticide use in the Midwestern United States. *Proceedings of the National Academy of Science USA*. 2011; 108:11500-11505. doi: 10.1073/pnas.1100751108.
- Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., (2011). Efficacité biocide des extraits aqueux bruts de *Capsicum frutescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger. *Cahiers Agricultures*, **20**: 463-7. doi: 10.1684/agr.2011.0531
- Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., (2014). Infestation et cycle biologique d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) au centre du Maroc. *ScienceLib Éditions Mersenne*: **6**, N° 140402 ISSN 2111-470.
- Metraux J.P., Raskin I., (1993). Role of phenolics in plant disease resistance. In: *Biotechnology in plant disease control*, wiley-liss, Inc.: 191p.
- Michaleck S., Treutter D., Mayr U., Lux-Endrich A., Gutmann M., Feucht W., (1996). Role of flavan-3-ols in resistance of apple trees to *Venturia inaequalis*. *Polyphenols comm.* **2**: 347.
- Morgan D., Walters K.F.A., Aegerter J.N., (2001). Effect of temperature and cultivar on pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) life history. *Bulletin of Entomological Research*, **91**: 47-52.
- Nielsen J.K., Dalgaard L., Larsen L.M., Sorensen H., (1979). Host plant selection of the horse-radish flea beetle, *Entomoscelis americana*. *J. Comp. Physiol.*, **132**: 167-178.
- Ouguas Y., (1994). Effet de la variété d'olivier sur la fécondité du psylle: *Euphyllura olivina* Costa (Hom., Psyllidae). Rapport de titularisation, INRA, Mar-rakech: 19 p.
- Ouguas Y., Hilal A., (1995). Effet de la plante hôte (variété d'olivier) sur la fécondité du psylle *Euphyllura olivina* Costa (Hom., Psyllidae), 9^e Consultation du réseau Coopératif Interrégional de Recherche sur l'Olivier. *Tunisie 20-23/9/1995*: 6 p.
- Ouguas Y., Hilal A., El Hadrami I., (2006). Infestation de l'olivier par le psylle *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) et effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur ses adultes dans le Haouz. *Al Awamia, Revue de la Recherche Agronomique Marocaine*. (118-119): 3-19.
- Pilson D., (2000). The evolution of plant response to herbivory: simultaneously considering resistance and tolerance in *Brassica rapa*. *Evolutionary Ecology*, **14**: 457-489.
- Razmjou J., Moharramipour S., Fathipour Y., Mirhoseini S., (2006). Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Iran. *Journal of Economic Entomology*, **99**: 1820-1825.
- Razmjou J., Hemati S.A., Naseri B., (2013). Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:

Noctuidae) on various host plants. *J. Pest. Sci.* : 9 p. doi 10.1007/s10340-013-0515-9.

Reboulet J.N., (1999). Les auxiliaires entomophages: reconnaissance, méthodes d'observation et intérêt économique. *ACTA* : 131 p.

Sarfraz M., Dossdall L.M., Keddie B.A., (2006). Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Prot.* **25** : 625–636.

Schoonhoven L.M., (1981). Chemical mediators between plants and phytophagous insects. In: Nordlund D.A., Jones R.L., Lewis W.J. *Semiochemicals, Their role in pest control*, J. Wiley & sons, New York: 31-50.

Schroeder R., Hilker M., (2008). The relevance of background odor in resource location by insects: A behavioral approach. *Bioscience* **58** : 308-316.

Sekkat A., (2001). Pests of olive plant in the nursery. Multiplication et certification des plants d'olivier: un nouvel enjeu pour l'oléiculture du 3^e millénaire. In: Actes du Séminaire International. CAB International, Meknès, Maroc.

Seljak G., (2006). An overview of the current knowledge of jumping plant-lice of Slovenia (Hemiptera: Psylloidea). *Acta Entomologica Slovenica*, **14**: 11-34.

Simmonds M.S.J., (2001). Importance of flavonoids in insect-plant interactions: feeding and oviposition. *Phytochemistry*, **56**: 245-252.

Smith C.M. (2005). *Plant resistance to arthropods*. Edition Springer, The Netherlands : 423p.

Smith C.M., Clément S. L., (2012). Molecular Bases of Plant Resistance to Arthropods. *Annual Review of Entomology*. **57**: 309-28. doi: 10.1146/annurev-ent-120710-100642.

Srinivasan R., Uthamasamy S., (2005). Trichome Density and Antibiosis Affect Resistance of Tomato to Fruitborer and Whitefly Under Laboratory Conditions. *Journal of Vegetable Science*, **11**(2): 15 p.

Stamp N., (2003). Out of the Quagmire of plant defense hypotheses. *The Quarterly Review of Biology*, **78**: 23-55.

Southwood T.R.E., Henderson P.A., (2000). *Ecological methods*, 3rd ed. Blackwell Science, Oxford: 592 p.

Syed T.S., Abro G.H., (2003). Effect of Brassica vegetable hosts on biology and life table parameters of *Plutella xylostella* under laboratory conditions. *Pak. J. Biol. Sci.* **6**: 1891–1896.

Tajnari H., (2001). Étude de la nuisibilité du psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina* Costa. Symposium sur la Protection Intégrée des Cultures dans la région Méditerranéenne, DPVCTRF, Rabat, Maroc : 17-21.

Tamesse L.J., Messi J., (2004). Facteurs influençant la dynamique des populations du psylle africain des agrumes *Trioza erytrae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) au Cameroun. *International Journal of Tropical Insect Science*, **24** (3) : 213–227.

Van Asch M., Visser M.E., (2007). Phenology of for-

est caterpillars and their host trees: the importance of synchrony. *Annual Review of Entomology*. **52**: 37-55.

Van Emden H.F., (1995). Host plant-Aphidophaga interactions. *Agr.Ecosys. Environ.*, **52**: 3-11.

Van Lenteren J. C., Noldus L. P. J. J., (1990). Whitefly-plant Relationship: Behavioral and Biological Aspects. In: Gerling, D. (Eds.), *Whitefly: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept, Andover, U. K.: 47-89.

Villalpando S.N., Williams R.S., Norby R. J., (2009). Elevated air temperature alters an old-field insect community in a multifactor climate change experiment. *Global Change Biology*, **15**: 930–942.

Wilkinson T.L. et Douglas A.E., (2003). Phloem amino acids and the host plant range of the polyphagous aphid, *Aphis fabae*. *Entomologia Experimentalis and applicata*, **106**: 103-113.

Wilson F. et Huffaker C. B., (1976). The Physiology, Scope and Importance of Biological Control. In: Huffaker, C. H. and Messenger, P. S. (Eds.), *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press, New York: 3-15.

Zalucki M.P., Clarke A.R., Malcolm S.B., (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* **47**: 361–393.

Zouiten N., Ougass Y., Lachqer K., Hilal A. El Hadrami I., (1998). Les composés phénoliques sont-ils impliqués dans l'interaction Olivier-Psylle? *2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-2)*, <http://www.mdpi.org/ecsoc/>, September 1-30, 1998

Zouiten N., Ougass Y., Hilal A., Ferrière N., Macheix J.J., El Hadrami I., (2000). Interaction Olivier-Psylle: caractérisation des composés phénoliques des jeunes pousses et des grappes florales et relation avec le degré d'attraction ou de répulsion des variétés. *Agrochimica*, **44** (1-2): 1-12.

Zouiten N., El Hadrami I.; (2001). Le psylle de l'olivier: état des connaissances et perspectives de lutte. *Cahiers Agricultures* **10**: 225-32.

Zouiten N., Ferrière N., Hilal A., El Hadrami I., (2001). In: Hamon Serge (ed.). *Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes*. Paris: IRD, p. 707-708. Journées scientifiques du réseau AUF «Biotechnologies végétales: amélioration des plantes et sécurité alimentaire». 7, 2000-07-03/2000-07-05, Montpellier, France.

Zouiten N., (2002). Interaction olivier-psylle: caractérisation des composés phénoliques dans l'attraction/répulsion des variétés d'olivier (*Olea europea L.*) vis-à-vis de l'insecte (*Euphyllura olivina* Costa). Thèse Doctorat Physiopathologie, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech: 166 p.

Zouiten N., Hilal A., El Hadrami I., (2004). 3, 4-Dihydroxyphenylethanol, a potential repelling compound implicated in the interaction of Olive Tree-Psyllid. *Journal of Entomology*, **1**(1) 40-46.

Diversité génétique des variétés d'olivier originaires de pays arabes présentes dans la collection nationale de l'olivier de Boughrara (Sfax, Tunisie)

F. Ben Amar¹, M. Ayachi Mezghani²,
A. Majeed Yengui³, N. Benbelkacem⁴

^{1,2,3,4}Institut de l'olivier – Route de l'aéroport Sfax Km 1,5 – BP 1087 – Sfax – Tunisie
e-mail : fathibenamar@yahoo.fr

Résumé

La banque de germoplasme de l'olivier (Sfax, Tunisie) a été créée en 1992 à Boughrara (Sfax) dans l'objectif de protéger le germoplasme de l'olivier de son extinction et de l'utiliser pour l'amélioration génétique des différentes variétés. Cette banque est considérée comme l'une des plus importantes de la région méditerranéenne. Dès ses débuts, la banque a accueilli de nouveaux génotypes autochtones ou étrangers. Elle est actuellement composée de 201 génotypes et variétés, dont 24 issus de greffages: 147 d'origine tunisienne et 54 d'origine étrangère.

La banque de germoplasme de Sfax renferme des variétés de plusieurs pays arabes : la Syrie, le Maroc, l'Algérie, la Libye et le Liban, avec un nombre de génotypes qui ne dépasse pas 6 variétés dans le meilleur des cas. Le suivi de la production d'olives par arbre durant la période 2007-2013 a montré la supériorité des variétés marocaines et algériennes, avec une moyenne de 4,3 et 12,84 kg, face aux variétés des autres pays (Libye, Liban et Syrie), ce qui nous conduit à affirmer que les variétés maghrébines s'adaptent mieux au climat tunisien. Quelques variétés arabes présentes dans la banque ont été utilisées dans un programme d'amélioration génétique de la variété locale "Chemlali de Sfax" par croisements dirigés avec les variétés "Sigoise" et "Soury", qui a permis d'obtenir 54 et 59 hybrides respectivement. Tous se trouvent actuellement en phase de production et font l'objet d'une évaluation en vue de la sélection de ceux présentant la meilleure composition en acides gras.

Introduction

En Tunisie, la culture de l'olivier est considérée comme l'une des activités agricoles les plus importantes. La surface oléicole est de 1 800 000 hectares, sur lesquels sont plantés 70 millions d'arbres (Conseil oléicole international, 2012). Les exportations annuelles moyennes d'huile d'olive ont été de 118 000 tonnes durant la période 2001-2010, ce qui fait de la Tunisie le deuxième exportateur mondial après l'Union européenne (Conseil oléicole international, 2012). Ce volume représente 40 % du total des exportations agricoles tunisiennes (Conseil oléicole international, 2012).

Les travaux d'inventaire du patrimoine génétique de l'olivier en Tunisie ont commencé il y a longtemps mais se sont intensifiés depuis la création de l'Institut de l'olivier en 1983. Les premières sources tunisiennes de documentation sur le patrimoine génétique ont été publiées par Mehri et Hellali (1995) qui décrivent de manière détaillée 15 variétés autochtones et 3 variétés étrangères. En 2002, Trigui et Msallem (2002) ont publié un deuxième catalogue dans lequel ils ont décrit 56 variétés autochtones.

Une caractérisation phénotypique de l'olivier portant sur tous les organes de la plante - feuille, fruit, inflorescence et endocarpe - a été initiée au niveau international par la FAO (1981) et poursuivie par Rallo et Barranco (1984). Par la suite, dans le cadre d'un projet mené par le Conseil oléicole international (1997), 30 caractéristiques phénotypiques ont été identifiées: 4 pour la feuille, 10 pour le fruit, 10 pour l'endocarpe, 2 pour l'inflorescence et 4 pour l'arbre. Cette recherche a servi de base à la publication du *Catalogue mondial des variétés d'olivier* où sont référencées 134 variétés d'olivier appartenant à 23 pays (Conseil oléicole international, 2000). Suite à ces travaux de caractérisation et d'inventaire, l'objectif de la Tunisie était d'assurer la conservation du patrimoine génétique. C'est à cet effet qu'a été constituée la collection nationale de l'olivier de Sfax, où sont régulièrement multipliées des variétés spécifiques, dans leur majorité par bouturage herbacé. Deux collections internationales de l'olivier ont été créées: une à Marrakech et une autre à Cordoue (Conseil oléicole international, 2014), dans le cadre du projet « Conservation, caractérisation, recueil et utilisation des ressources génétiques de l'olivier » financé par le Fonds commun pour les produits de base (2014) et supervisé par le Conseil oléicole international. Cinq pays arabes ont bénéficié de ce projet: la Tunisie, l'Algérie, le Maroc, la Syrie et l'Égypte.

Les centres collaborateurs de ces pays ont utilisé ces variétés à des fins de croisement dans l'objectif d'améliorer certaines de leurs caractéristiques sur le plan génétique.

Dans ce contexte, le Fonds commun pour les produits de base (2014) a financé un projet d'amélioration génétique de l'olivier qui s'est déroulé dans 4 pays arabes: Tunisie, Algérie, Maroc et Égypte. En Tunisie, l'amélioration génétique a été réalisée sur les variétés "Chemlali de Sfax", "Meski" et "Chétoui" dont certaines caractéristiques les rendaient moins compétitives (Trigui, 1996), comme par exemple la composition acide déséquilibrée de l'huile de la variété "Chemlali" qui influe sur sa commercialisation et son conditionnement (Grati-Kamoun et Khlif, 2001). Ce projet a permis d'obtenir 1 200 hybrides qui ont été plantés dans la zone de Sfax à partir de 1997 et font encore l'objet d'un suivi (Institut de l'olivier, 2005).

L'objet de cette recherche est de présenter la collection nationale de l'olivier de Boughrara (Sfax, Tunisie) concernant les variétés existantes, en particulier les variétés arabes, leur productivité et leur utilisation.

Matériel et méthodes

La collection de germoplasme de l'olivier a été créée en 1992 au Centre sectoriel de formation professionnelle agricole en arbres fruitiers de Boughrara (Sfax, Tunisie). La parcelle est caractérisée par un écartement de plantation de 8 m x 12 m et elle est cultivée en régime pluvial. De même, elle fait l'objet des soins suivants:

- 3 à 4 labours superficiels par an;
- une fertilisation organique en hiver;
- une taille après la récolte, selon la charge de production.

Le nombre de génotypes n'a cessé d'augmenter au fur et à mesure de l'identification de nouvelles variétés dans le cadre de la caractérisation. Celles-ci ont été multipliées dans la pépinière de l'Institut ou, lorsque cela s'est avéré nécessaire, elles ont été greffées.

Des génotypes étrangers ont été obtenus dans le cadre de programmes bilatéraux de coopération et du projet consacré aux ressources génétiques financé par le COI. La banque de Boughrara a également étroitement collaboré avec les collections internationales de Cordoue et de Marrakech avec lesquelles elle a échangé du germoplasme.

- Chaque année, la banque procède à:
- la plantation de nouvelles variétés;
 - la vérification de l'identité des génotypes, en particulier dans le cas des nouvelles accessions;
 - le suivi de la production par arbre.

Résultats et discussion

Comme le montre la Figure 1, la banque de Boughrara renferme 201 variétés, dont 147 autochtones (73,13 %). Seules 15 des 54 variétés étrangères restantes sont des variétés arabes, soit 7,46 % du total et 27,77 % des variétés non tunisiennes. Ces variétés proviennent d'Algérie, du Liban, de Libye, du Maroc et de Syrie (Tableau 1). Le Maroc et la Syrie sont les pays les plus représentés, avec respectivement 5 et 6 variétés, alors que les trois autres pays ne sont représentés que par une seule variété chacun.

La comparaison entre ce nombre de variétés et celles qui sont répertoriées dans le *Catalogue mondial des variétés d'olivier* (Conseil oléicole international, 2000) donne lieu à la formulation de nombreuses observations :

- la collection de Boughrara ne renferme aucune variété de pays arabes tels que l'Égypte ou la Jordanie, bien que ces derniers soient des membres du COI, ou de la Palestine;
- elle ne renferme qu'une seule variété algérienne alors que le *Catalogue mondial* en cite 5;
- la collection n'a qu'une variété de la Libye, autre membre du COI;
- elle contient des variétés syriennes et marocaines qui ne sont pas mentionnées dans le *Catalogue mondial* des variétés d'olivier du COI, notamment les variétés "Msabii", "Den Syrie" et "Jlot" de Syrie et "Bouchouika", "Meslala", "Dahbia" et "Noukal" du Maroc;

Bien que la Palestine soit considérée par tous comme étant le berceau de l'oléiculture (Damania, 1995), elle n'est pas représentée dans la collection de Boughrara.

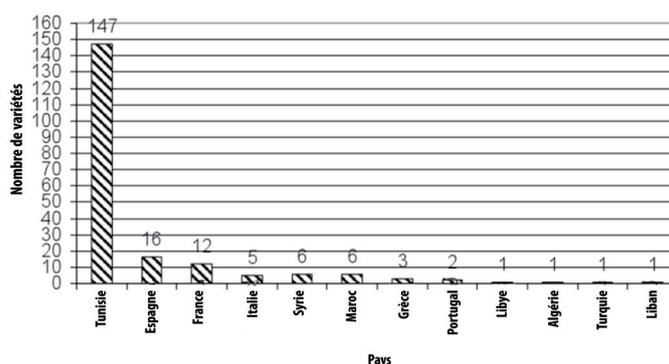


Figure 1 : Liste par pays des variétés présentes dans la collection de Boughrara

Tableau 1 : Variétés arabes présentes dans la collection de Boughrara

Pays	Variétés
Syrie	Jlot, Msabii, Den Syrie, Sorani, Abu satl muhazam, Kaissi
Maroc	Picholine marocaine, Haouzia, Bouchouika, Meslala, Dahbia, Noukal
Algérie	Sigoise
Liban	Soury
Libye	Aswad kafra

La plupart des variétés plantées dans la collection de Boughrara (88,1 % = 177 variétés) ont été multipliées par bouturage herbacé (Tableau 2) alors que les 24 autres (11,9 %) ont été greffées.

Tableau 2 : Méthode de multiplication

Méthode de multiplication	Bouturage	Greffe
Nombre	177	24
Pourcentage (%)	88,1	11,9

La Figure 2 indique la production enregistrée entre 2007 et 2013. On peut observer que :

- Les variétés marocaines et algériennes sont celles qui ont le plus produit (4-13 kg par arbre);
- Les productions les plus élevées correspondent aux variétés "Noukal" (12,84 kg), "Meslala" (9,11 kg) et "Picholine marocaine" (8,04 kg);
- Les variétés du Liban, de la Libye et de la Syrie ont enregistré les plus faibles productions (moins de 3,35 kg par arbre);

- L'écart entre les arbres de toutes les variétés est considérable (supérieur à 68 %);
- Les différences entre les volumes récoltés sont dues à des facteurs géographiques et environnementaux, ce qui explique les rendements supérieurs des variétés maghrébines et les faibles rendements de celles des pays du Moyen-Orient. Les pays du Maghreb ont en commun un climat méditerranéen semi-aride, d'où la facilité d'adaptation des variétés algériennes et marocaines au climat tunisien, alors que les variétés du Moyen-Orient habituées à un climat humide ou semi-humide s'adaptent mal au climat de la Tunisie.

Les écarts importants traduisent la forte alternance due à la conduite en régime pluvial et à la densité élevée de plantation.

Plusieurs variétés présentes dans la collection de Boughrara ont été utilisées dans le cadre du programme d'amélioration génétique de la "Chemlali de Sfax" qui prévoyait le croisement de nombreuses variétés locales avec des variétés autochtones et étrangères. Les résultats obtenus avec les variétés arabes figurent dans le Tableau 3. La variété tunisienne "Chemlali" a fait l'objet d'un croisement réciproque avec la "Sigoise" algérienne et la "Soury" libanaise qui a donné lieu respectivement à 54 et 59 hybrides. Le choix de ces deux variétés aux fins du croisement semblait logique eu égard à la composition équilibrée en acides gras de leurs huiles qui contiennent plus de 70 % d'acide oléicole et moins de 12 % d'acide palmitique (Zarrouk *et al.*, 2009; Arslan, 2012). Les croisements avec ces deux variétés peuvent produire de nouvelles variétés améliorées présentant une meilleure composition en acides gras que celle de la "Chemlali de Sfax".

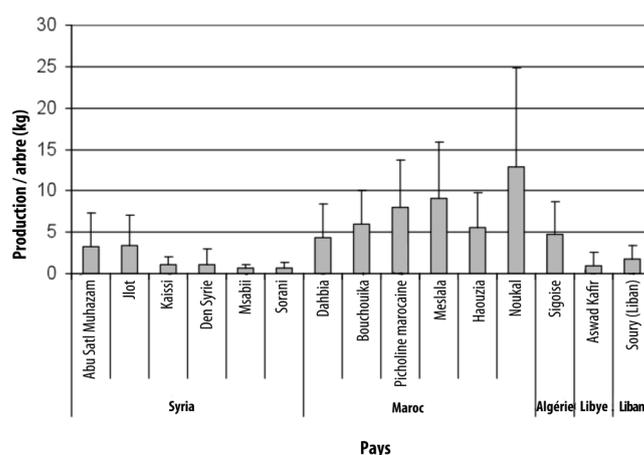


Figure 2: Production/arbre des variétés arabes présentes dans la collection de Boughrara

Tableau 3: Résultats des croisements avec les variétés "Sigoise" et "Soury"

Nombre de croisements	Variétés
42	Chemlali/Sigoise
12	Sigoise/Chemlali
17	Chemlali/Soury
42	Soury/Chemlali

Conclusions

Les variétés arabes présentes dans la collection de Boughrara sont peu nombreuses, ce qui traduit le faible niveau de coopération entre les pays arabes dans le domaine de l'oléiculture. Une telle situation contribue à l'érosion des ressources génétiques de l'olivier et prive les pays arabes de l'opportunité d'exploiter les caractéristiques

excellentes de certaines de leurs variétés. Il apparaît donc crucial d'envisager la mise en œuvre de projets pour l'échange des variétés entre les pays arabes et l'étude de leurs caractéristiques variétales.

BIBLIOGRAPHIE

Arslan D., 2012. Physico-chemical characteristics of olive fruits of Turkish varieties from the province of Hatay. *Grasas y aceites* 63 (2): 158-166.

Conseil oléicole international, 1997. Méthodologie pour la caractérisation primaire et la caractérisation secondaire des variétés d'olivier. Projet RESGEN-CT (96/97) - Union européenne-COI.

Conseil oléicole international, 2000. Catalogue mondial des variétés d'olivier. 360 p.

Conseil oléicole international, 2012. Description générale de l'oléiculture de la Tunisie, 10 p.

Damania B., 1995. Olive, the plant of peace, reigns throughout Mediterranean. *Diversity* 11 (1, 2): 131-132.

FAO, 1981. Proposition d'un programme coopératif sur les ressources génétiques de l'olivier. Rapport du Comité FAO de la production oléicole. 4^e session. Madrid. Juin 1981.

Grati-Kamoun N., Khlif M., 2001. Caractérisation technologique des variétés d'olivier cultivées en Tunisie. *Revue Ezzitouna* (numéro spécial). 69 p.

Institut de l'Olivier, Rapport annuel pour l'année 2005.

Mehri H., Hellali R., 1995. Étude pomologique des principales variétés d'olives cultivées en Tunisie. Document technique, Ed. Institut de l'Olivier. 45 p.

Rallo L., Barranco D., 1984. Autochthonous olive

cultivars in Andalusia. *Acta Horticulturae* 140: 169-179.

Trigui A., 1996. L'amélioration génétique de l'olivier: méthodologies et résultats préliminaires obtenus en Tunisie (en arabe). *Revue Ezzaitouna* 2 (1 et 2): 10-34.

Trigui A., Msallem M., 2002. Catalogue des variétés autochtones et types locaux, 159 p.

Zarrouk W., Baccouri B., Taamalli W., Trigui A., Daoud D., Zarrouk M., 2009. Oil fatty oil composition of eighteen Mediterranean olive varieties cultivated under the arid conditions of Boughrara (Southern Tunisia). *Grasas y aceites* 60 (5): 498-506.

www.common-fund.org/projects 2014

www.internationaloliveoil.org 2014

Évaluation de la stabilité oxydative d'huiles d'olive issues de l'assemblage d'huile d'*Arbequina* à d'autres huiles d'olive monovariétales

F. Mansouri¹, A. Ben Moumen¹, N. Houmy¹, G. Richard²,
M-L. Fauconnier², M. Sindic³, H. Serghini-Caid¹, A. Elamrani¹

¹ Laboratoire de Biologie des plantes et des micro-organismes, Faculté des Sciences, UMP, Oujda - Maroc.

² Laboratoire Qualité et Sécurité des Produits Alimentaires, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège - Belgique.

³ Unité de Chimie Générale et Organique, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège - Belgique

Contacts :

ahmed.elamrani@gmail.com - mansouri0farid@gmail.com

Résumé

Comme dans d'autres pays du bassin Méditerranéen, le secteur des huiles d'olive est l'une des branches stratégiques de l'économie marocaine en raison de ses dimensions sociales et économiques dans le pays. Ce travail de recherche-développement porte sur l'évaluation de la stabilité à l'oxydation d'huiles d'olive formulées par assemblage d'huile d'olive d'*Arbequina* à des huiles monovariétales d'*Arbosana* et de *Koroneiki* connues pour leur richesse en antioxydants naturels (phénols et tocophérols) et leurs qualités supérieures à l'huile d'*Arbequina* en termes de stabilité oxydative. La caractérisation physico-chimique de ces huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki*, nouvellement introduites en culture intensive dans la région orientale du Maroc, porte sur les indices de qualité, teneurs en antioxydants naturels, composition en acides gras et profil des triacylglycérides. La stabilité à l'oxydation de ces huiles monovariétales et celles de leurs assemblages tri-variétaux a été évaluée par test Rancimat*. Ces tests d'oxydation ont été effectués sur cinq assemblages (A) ternaires d'huiles *Arbequina/Arbosana/Koroneiki* fraîchement préparées selon les coupages volume/volume suivants: [A₁: 60/30/10; A₂: 60/20/20; A₃: 60:10:30; A₄: 50:25:25 et A₅: 40:30:30]. Les résultats de l'analyse montrent que les assemblages A₄ et A₅ correspondent aux meilleures formulations, avec respectivement une stabilité à l'oxydation de 72,67 h et 75,42 h. Ce résultat est comparable à celui enregistré pour l'huile d'*Arbosana* (75,42 h) qualifiée d'huile monovariétale relativement stable. Ainsi, l'assemblage est un excellent outil pour valoriser des huiles de variétés qui malgré leur excellente qualité initiale et leurs atouts organoleptiques, sont handicapées par leur faible stabilité comme c'est le cas de l'huile d'*Arbequina*.

Mots clés

Région Maroc-Oriental, *Arbequina*, *Arbosana*, *Koroneiki*, Huile d'olive monovariétale, Huile d'assemblage, Antioxydants naturels, Stabilité oxydative

*Le test Rancimat n'est pas une méthode officielle du COI.

Reçu : septembre 2014 / Accepté : octobre 2014 / Publié : décembre 2014

Introduction

La consommation mondiale d'huile d'olive continue à augmenter : elle fait de plus en plus partie des habitudes alimentaires de nouveaux consommateurs à travers le monde. L'Espagne et l'Italie sont jusqu'à présent les deux plus grands producteurs oléicoles, mais ce panorama a commencé à changer depuis que les pays du Maghreb comme le Maroc et la Tunisie consacrent d'importantes étendues à l'oléiculture. Parallèlement à l'extension en surface des oliveraies, la culture de l'olivier, la récolte des olives et l'élaboration d'huile d'olive ont beaucoup évolué ces dernières années avec l'introduction de nouvelles variétés, la mécanisation de la récolte des olives et l'automatisation croissante des huileries. Au Maroc, on assiste à l'introduction de nouvelles variétés d'olivier telles que *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* qui sont destinées spécifiquement à la production d'huile d'olive. L'*Arbequina*, originaire de Catalogne, fait partie des principales variétés d'olivier cultivées en Espagne (Tous et Romero, 1992; Tous *et al.*, 1997; Tous *et al.*, 2001; Rallo, 2002). Elle est également de plus en plus plantée dans les vergers oléicoles de la rive Sud de la Méditerranée, principalement en Tunisie et au Maroc (Ait-Hmida, 2010; Mahhou *et al.*, 2011; Rkhis *et al.*, 2010; El Mouhtadi *et al.*, 2014). Le choix de la variété *Arbequina* par les oléiculteurs est lié à plusieurs raisons, à savoir : son adaptation pédoclimatique sur la rive Sud de la Méditerranée dans les plantations en fortes densités (Boulouha, 2006), sa précocité et sa richesse en huile par rapport aux variétés autochtones (Rkhis *et al.*, 2010; Mahhou *et al.*, 2011; El Mouhtadi *et al.*, 2014). L'huile *Arbequina* est très fruitée, elle se caractérise par sa fluidité et son arôme, elle est peu amère, pratiquement sans piquant. Toutefois, on lui reproche sa faible stabilité à l'oxydation due à sa faible teneur en antioxydants naturels et sa forte teneur en acides gras polyinsaturés (Terouzi *et al.*, 2010; Gharby *et al.*, 2012; Mansouri *et al.*, 2013).

Ce travail porte sur la caractérisation des huiles de trois variétés : *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki*, nouvellement introduites dans la région orientale du Maroc et conduites en culture super-intensive irriguée. Après leur caractérisation physico-chimique, différents assemblages d'huiles d'*Arbequina* avec des huiles des variétés *Arbosana* et *Koroneiki* connues pour leur richesse en antioxydants naturels, ont été testés au Rancimat pour évaluer leur stabilité à l'oxydation. L'objectif porte sur la formulation d'huile d'olive alliant une bonne qualité organoleptique et une meilleure stabilité oxydative. La maîtrise de cette méthodologie au niveau des huileries permettrait sans doute d'élargir la gamme commerciale, avec la création de nouvelles marques issues d'assemblages d'huiles d'olive monovariétales et donc de satisfaire une plus grande diversité des goûts des consommateurs.

Matériels et Méthodes

Matériel végétal

Les échantillons d'huiles d'olive étudiées sont des huiles monovariétales d'*Arbequina*, d'*Arbosana* et de *Koroneiki*, produites lors de la campagne oléicole 2013/2014. Il s'agit de vergers conduits en super intensif irrigué, plantés à 1 300 arbres/ha. Les oliviers, âgés de 6-7 ans, sont placés dans les mêmes conditions pédoclimatiques et bénéficient des mêmes soins culturaux. La trituration des olives, le stockage et la mise en bouteille de l'huile se font sur place, au niveau de l'huilerie du domaine.

Indices de qualité

Les paramètres physico-chimiques acidité libre (en % C18:1), indice de peroxyde (IP en meq/kg), coefficients d'extinction spécifiques dans l'ultraviolet à 232 nm (K_{232}) 270 nm (K_{270}) et ΔK sont déterminés par spectrophotométrie et conformément aux méthodes préconisées par le Conseil oléicole international et selon la réglementation européenne pour la caractérisation des huiles d'olive (EEC, 2003).

Dosage des phénols totaux

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée selon la méthode décrite par Ollivier *et al.* (2004). La teneur en phénols totaux est déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu en utilisant l'acide caféique comme standard. Les résultats sont exprimés en milligrammes d'acide caféique/kg d'huile d'olive.

Dosage des tocophérols

Le dosage de l' α -tocophérol (composé majoritaire) a été réalisé par chromatographe HPLC équipé d'un détecteur à barrette de diodes selon la méthode AOCS (1989) modifiée. La séparation a été réalisée sur une colonne de silice par une phase mobile composée d'un mélange hexane/isopropanol (99/1, v/v) à un débit de 1 mL/min. L'identification a été réalisée à l'aide de standard d' α -tocophérol et la quantification grâce à une courbe d'étalonnage.

Analyse de la composition en acides gras des huiles d'olive

Les acides gras, sous forme de leurs esters méthyliques, sont analysés par chromatographie en phase gazeuse (CPG) au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). La séparation s'est effectuée sur une colonne capillaire HP-5880A (25 m \times 0,25 mm, 0,25 μ m). Le détecteur FID avait une température de 250°C. Les conditions optimales de séparation ont été obtenues pour les conditions suivantes : température initiale du four de 50°C, augmentée à raison de 30°C/min jusqu'à 150°C, puis à raison de 4°C/min jusqu'à 240°C, cette dernière tem-

pérature ayant été maintenue pendant 10 minutes. Le volume d'injection était de 1 µL en mode *splitless*.

Détermination de la composition en triacylglycérols

La détermination de la composition en triacylglycérols (TAG) a été réalisée par HPLC suivant la méthode modifiée (Abaza *et al.*, 2002): 10 µL d'huile à 10 % (P/V) dans l'acétone ont été fractionnés par un chromatographe HPLC de la marque Shimadzu CBM 20A (équipé d'un détecteur à indice de réfraction RID 10A). La séparation en mode isocratique a été effectuée à l'aide d'une colonne apolaire en phase reverse ODS C18 (250 mm × 5 mm, 5 µm). La phase mobile était un mélange de deux solvants acétone/acétonitrile (63,6/36,4 V/V) à un débit de 1 mL/min.

Stabilité oxydative de l'huile

La stabilité à l'oxydation a été évaluée par la méthode Rancimat (Gutiérrez Rosales, 1989). Le temps d'induction au test Rancimat (exprimé en heures) a été déterminé par Metrohm Rancimat 743 avec une prise d'essai d'huile de 3 g à un débit d'air de 15 l/h et une température de 101°C.

Réalisation des assemblages

L'assemblage a été réalisé en tri-variétal (*Arbequina*, *Arbosana*, *Koroneiki*) selon des pourcentages en volume/volume et comme indiqué dans le Tableau 1. La part d'huile d'*Arbequina* était toujours dominante (au moins 40 % V/V).

Tableau 1 : Identification des différents assemblages (A1, A2, A3, A4, A5,) réalisés par mélange volume/volume d'huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* produites dans la région orientale du Maroc - campagne oléicole 2013/2014.

Référence d'assemblage	% Huile d'olive monovariétale		
	% Arbequina	% Arbosana	% Koroneiki
A ₁	60	30	10
A ₂	60	20	20
A ₃	60	10	30
A ₄	50	25	25
A ₅	40	30	30

Analyse statistique

Les résultats présentés sont les moyennes d'analyses réalisées en triple exemplaire. Ces résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écart type. Les différences

significatives entre les moyennes sont déterminées par le test ANOVA du logiciel statistique SPSS (SPSS 20, USA).

Résultats et Discussions

Paramètres de qualité

Les résultats de l'analyse physico-chimique de base des huiles d'olive monovariétales sont présentés dans le Tableau 2. Ces résultats montrent que les critères de qualité acidité, indice de peroxyde et extinctions spécifiques (K_{232} , K_{270} et ΔK) sont nettement inférieurs aux limites préconisées pour les huiles d'olive vierges extra (HOVE) selon la Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive du COI (COI, 2013).

Tableau 2 : Indices de qualité des huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* produites dans la région orientale du Maroc - campagne oléicole 2013/2014

Paramètres de qualité	Variétés			HOVE*
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki	
Acidité (% C18:1)	0,24 ± 0,02 ^{ab}	0,21 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,04 ^b	≤ 0,8
Indice de peroxyde	6,78 ± 1,16 ^a	9,08 ± 0,69 ^{ab}	10,89 ± 1,13 ^a	≤ 20
K_{232}	0,10 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,00 ^b	0,15 ± 0,01 ^c	≤ 0,22
K_{270}	1,66 ± 0,06 ^b	1,73 ± 0,03 ^b	1,50 ± 0,03 ^a	≤ 2,5
ΔK	0,002 ± 0,0001 ^a	0,006 ± 0,0003 ^b	0,007 ± 0,0004 ^b	≤ 0,01

Les différences significatives dans la même ligne sont montrées par des lettres différentes (a-c).

*Huile d'olive vierge extra (COI, 2013).

Profils d'acides gras des huiles monovariétales

La composition en acides gras de l'huile d'olive joue un rôle important au niveau de sa qualité nutritionnelle et organoleptique. C'est l'importance de l'apport d'acides gras mono-insaturés avec un taux d'acide oléique pouvant atteindre 83%, qui confère son originalité à l'huile d'olive, ainsi que ses vertus en termes de santé. Divers facteurs, tels que le degré de maturité des olives, le climat ou la variété, ont une incidence sur le profil de composition en acides gras de l'huile d'olive (García *et al.*, 1996; Judde, 2004, Pardo *et al.*, 2007). L'examen du Tableau 3 montre que la composition en acides gras des huiles analysées est conforme aux spécifications exigées par la Norme commerciale du COI (COI, 2013).

Tableau 3 : Composition des acides gras des huiles d'olive d'Arbequina, d'Arbosana et de Koroneiki produites dans la région orientale du Maroc - campagne oléicole 2013/2014

Acides gras (%)	Huile d'olive monovariétale			HOVE*
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki	
Acide myristique	0,02 ± 0,00 ^b	ND ^a	ND ^a	<0,03
Acide palmitique	16,42 ± 0,01 ^c	14,84 ± 0,01 ^b	12,08 ± 0,39 ^a	7,5 - 20,0
Acide palmitoléique	1,71 ± 0,01 ^c	1,35 ± 0,01 ^b	0,66 ± 0,09 ^a	0,3 - 3,5
Acide margarique	0,10 ± 0,00 ^b	0,17 ± 0,00 ^c	0,04 ± 0,01 ^a	≤ 0,3
Acide margaroléique	0,22 ± 0,00 ^b	0,36 ± 0,00 ^c	0,08 ± 0,01 ^a	≤ 0,3
Acide stéarique	1,88 ± 0,01 ^a	2,21 ± 0,01 ^{ab}	2,27 ± 0,32 ^b	0,5 - 5,0
Acide oléique	65,67 ± 0,02 ^a	73,10 ± 0,01 ^b	77,15 ± 0,2 ^c	55,0 - 83,0
Acide linoléique	12,54 ± 0,02 ^c	6,40 ± 0,00 ^b	6,26 ± 0,11 ^a	55,0 - 83,0
Acide α linoléique	0,56 ± 0,00 ^a	0,65 ± 0,00 ^b	0,63 ± 0,05 ^b	3,5 - 21,0
Acide arachidique	0,40 ± 0,01 ^a	0,44 ± 0,00 ^a	0,40 ± 0,07 ^a	≤ 1,0
Acide gadoléique	0,29 ± 0,01 ^a	0,30 ± 0,00 ^a	0,26 ± 0,05 ^a	≤ 0,6
Acide behénique	0,13 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,00 ^b	0,13 ± 0,02 ^a	≤ 0,4
ΣAGS	19,02 ± 0,02 ^c	17,83 ± 0,01 ^b	14,93 ± 0,04 ^a	≤ 0,2
ΣAGMI	67,89 ± 0,02 ^a	75,11 ± 0,01 ^b	78,15 ± 0,12 ^c	
ΣAGPI	13,09 ± 0,02 ^c	7,05 ± 0,00 ^b	6,89 ± 0,08 ^a	
Rapport O/L	5,24 ± 0,01 ^a	11,41 ± 0,00 ^b	12,33 ± 0,21 ^c	

Les différences significatives dans la même ligne sont montrées par des lettres différentes (a-c). AGS: acides gras saturés; AGMI: acides gras monoinsaturés; AGPI: acides gras polyinsaturés; O/L: rapport oléique/linoléique. *Huile d'olive vierge extra, COI, 2013.

Des différences significatives entre les variétés étudiées ($p < 0,05$) dans tous les paramètres déterminés ont été observées. En effet, plusieurs auteurs ont démontré la forte influence du facteur variétal sur le profil d'acides gras d'huiles d'olive. Les huiles des variétés *Arbosana* et *Koroneiki* présentent des profils en acides gras comparables: elles sont caractérisées par des taux élevés d'acide oléique (77,15 et 73,10 %, respectivement) par rapport à l'*Arbequina* (65,67 %) et des taux relativement bas d'acide palmitique (12,08 et 14,84 % respectivement) et d'acide linoléique (6,26 et 6,40 % respectivement). En effet, la variété *Arbequina* présente un profil en acides gras différent des deux précédents, avec des taux élevés d'acide palmitique (16,42 %) et d'acides gras saturés (AGS: 19,02 %), un faible taux d'acides gras monoinsaturés (AGMI: 67,89 %) et le rapport le plus bas d'acide oléique/acide linoléique (O/L) en raison de sa faible teneur en acide oléique (65,67 %) et de sa teneur élevée en acide linoléique (12,54 %) qui sont des acides gras majeurs.

Composition des huiles d'olive en espèces moléculaires de triacylglycérols

Dans les huiles analysées, on distingue essentiellement neuf espèces moléculaires de triacylglycérols (TAG): OOO, POO, LOO, LPO, SOO, POP, LOL, LPL, et POLn (Figure 1). Par ordre d'importance quantitative, on trouve la trioléine (OOO) dont le taux représente presque la moitié des TAG dans le cas de la variété *Koroneiki* (48,02 %) mais seulement le tiers des TAG chez la variété *Arbequina* (31,51 %); la dioléopalmitine (POO) avec des taux de 20,45 à 29,80 %; la dioléolinoléine (LOO) avec des taux de 10,32 à 16,97 %; et la palmitoléolinoléine (LPO) avec des taux de 4,20 à 11,10 %. Ces quatre espèces majoritaires de TAG représentent à elles seules plus de 91 % des TAG totaux, les autres TAG ayant de faibles taux, de l'ordre de 0,5 à 4 %. Ces résultats sont comparables à ceux décrits pour les huiles d'olive de ces variétés en Tunisie (Abaza *et al.*, 2002). La dominance de quatre espèces moléculaires de TAG ayant au moins un oléate (OOO, POO, LOO, POL) est liée à la composition en acides gras de l'huile, caractérisée par sa richesse en acide oléique.

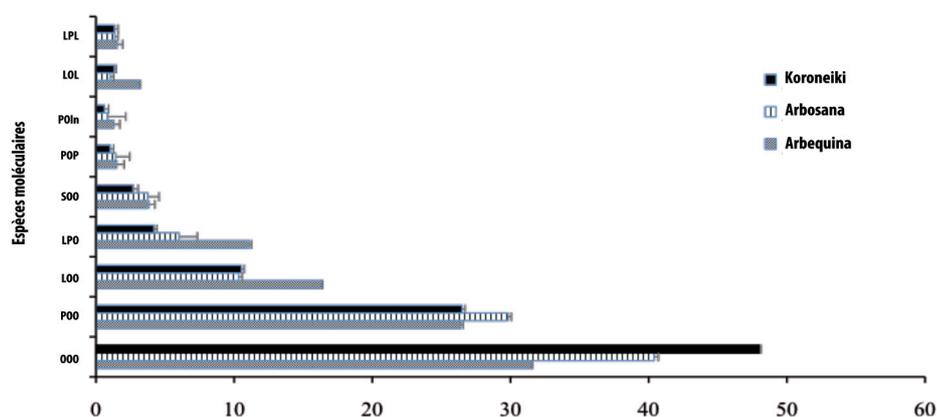


Figure 1 : Composition en espèces moléculaires de triacylglycérols (TAG) des huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* produites au cours de la campagne oléicole 2013/2014 dans la région orientale du Maroc (P : palmitate ; S : stéarate ; O : oléate ; L : linoléate ; Ln : linoléate).

Teneur en antioxydants naturels, stabilité oxydative des huiles monovariétales et des huiles issues de leurs assemblages

L'huile d'olive vierge est quasiment la seule huile contenant des quantités notables d'antioxydants naturels (phénols et tocophérols). En plus de leur contribution à un goût particulier, à la fois amer et fruité, les phénols seraient responsables en grande partie de la stabilité à l'oxydation de l'huile d'olive (Boskou *et al.*, 1996; Mansouri *et al.*, 2013). Les teneurs en phénols et tocophérols et par conséquent la stabilité oxydative de l'huile d'olive dépendent de chaque variété (Tableau 4). Toutes les

huiles testées contiennent des quantités appréciables en composés phénoliques. L'huile d'olive de la variété *Koroneiki* présente la teneur la plus élevée en phénols (566,30 mg kg⁻¹) et la meilleure stabilité oxydative (102,44 h). Par opposition, la teneur la plus faible a été enregistrée dans l'huile de la variété *Arbequina* (286,51 mg kg⁻¹), ce qui se traduit par une faible stabilité oxydative (53,78 h). Ainsi, et de façon comparable à la littérature (Tanouti *et al.*, 2011; Grati Kammoun et Laroussi, 2013), une nette corrélation positive est observée entre la teneur en antioxydants naturels (principalement les phénols) et la stabilité de l'huile à l'oxydation évaluée par test Rancimat.

Tableau 4 : Teneurs en antioxydants naturels et évaluation de stabilités oxydatives des huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* produites au cours de la campagne oléicole 2013/2014 dans la région orientale du Maroc

	Huiles d'olive monovariétales		
	Arbequina	Arbosana	Koroneiki
Phénols totaux (mg kg ⁻¹)*	286,51 ± 5,63 ^a	454,8 ± 11,87 ^b	566,30 ± 8,87 ^c
α-Tocophérol (mg kg ⁻¹)	322,36 ± 13,54 ^b	460,07 ± 15,16 ^c	344,58 ± 11,54 ^b
Stabilité oxydative (h)	53,78 ± 1,81 ^a	78,81 ± 0,90 ^b	102,44 ± 0,19 ^c

Les différences significatives dans la même ligne sont montrées par des lettres différentes (a-c).

*La teneur en polyphénols est exprimée en milligramme d'acide caféique par kilogramme d'huile.

L'évaluation par test Rancimat de la stabilité oxydative des huiles monovariétales (Tableau 4) montre une différence significative entre les variétés étudiées ($p < 0,05$). Le facteur variétal influence donc clairement la stabilité de l'huile. En comparant à la fois la stabilité oxydative, la teneur en phénols et la composition en acides gras des trois variétés, il ressort que les huiles riches en phénols (*Koroneiki* et *Arbosana*) sont les plus stables sur le plan oxydatif. En plus de leurs teneurs assez importantes en ces composés antioxydants, elles présentent des teneurs faibles en acides gras polyin-

saturés et un rapport monoinsaturés/polyinsaturés élevé. En effet, plus une huile est riche en acides gras polyinsaturés, plus elle est susceptible d'être soumise à des réactions d'oxydation. Au contraire, les composés phénoliques - par leur effet antioxydant (piégeage des radicaux libres) - limitent ces réactions. L'effet combiné de la faible teneur en acides gras polyinsaturés et de la forte teneur en phénols serait à l'origine de la grande stabilité de l'huile d'olive et d'un faible indice de peroxyde (Allalout *et al.*, 2009; Aparicio *et al.*, 1999; Baccouri *et al.*, 2008; Bendini *et al.*, 2007; Boselli *et*

al., 2009, Gómez-Alonso *et al.*, 2002; Gutierrez *et al.*, 2001; Mansouri *et al.*, 2013).

La richesse en phénols d'une huile est sans aucun doute impliquée dans sa résistance à l'oxydation mais elle joue aussi un rôle sur ses propriétés organoleptiques. En effet, plusieurs études (Ollivier *et al.*, 2004) ont montré l'étroite relation entre la richesse en polyphénols et en ortho-diphénols sur les goûts amer, astringent et piquant de l'huile d'olive.

En concertation avec une huilerie de la région, nous avons réalisé des assemblages ternaires à partir d'huiles monovariétales (Tableau 1). La part d'huile d'*Arbequina* était d'au moins 40 % (V/V). Ce choix de coupage de l'huile d'*Arbequina* avec les huiles d'*Arbosana* et de *Koroneiki* permet la formulation d'huiles d'assemblage appréciées pour leur douceur et leurs arômes fruités et assez riches en phénols et tocophérols, qui leur confère une meilleure stabilité à l'oxydation. Les temps d'induction obtenus par test Rancimat des huiles d'assemblage (Tableau 5) et leur comparaison avec le temps d'induction obtenu pour l'huile monovariétale d'*Arbequina* (Figure 2) montrent clairement l'effet de l'assemblage sur la correction de la faible stabilité oxydative marquée chez la variété *Arbequina*.

Tableau 5 : Stabilité oxydative des assemblages ternaires formulés à partir d'huiles d'olive monovariétales *Arbequina*, *Arbosana* et *Koroneiki* produites au cours de la campagne oléicole 2013/2014 dans la région orientale du Maroc

	Assemblages ternaires d'huiles d'olive monovariétales				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Stabilité oxydative (h)	63,22 ± 1,09 ^a	67,19 ± 1,14 ^b	69,28 ± 1,02 ^b	72,67 ± 2,2 ^c	75,42 ± 0,67 ^d

Les différences significatives dans la même ligne sont montrées par des lettres différentes (a-d).

Cette amélioration de la stabilité oxydative des huiles formulées est due certainement à leur enrichissement en phénols et à leur appauvrissement en acides gras polyinsaturés suite au coupage de l'huile *Arbequina* avec les huiles d'*Arbosana* et de *Koroneiki*. Ces dernières sont bien connues pour leur richesse en antioxydants naturels et leurs faibles taux d'acides gras polyinsaturés (voir Tableau 3). La Figure 2 montre une nette amélioration de la stabilité oxydative des huiles d'assemblage (d'A1 vers A5), qui est liée à la réduction

de la part d'huile d'*Arbequina*. Des différences significatives entre les différents assemblages des huiles ont été déterminées ($p < 0,05$) : l'assemblage d'huiles le plus stable est A5 (75,42 h), qui contient le plus faible pourcentage en huile d'olive *Arbequina*. Les assemblages A1, A2 et A3, bien que contenant le même pourcentage d'huile d'olive *Arbequina* (60 %), présentent des stabilités oxydatives variables. Il semble que la stabilité dépende surtout de la proportion d'huile d'olive *Koroneiki*. Ainsi, A2 et A3, respectivement avec 20 et 30 % d'huile d'olive *Koroneiki*, sont plus stables (temps d'induction au test Rancimat de 67,19 h et 69,28 h respectivement) que l'assemblage A1 qui ne contient que 10 % d'huile *Koroneiki*, et présentent un temps d'induction de 63,22 h.

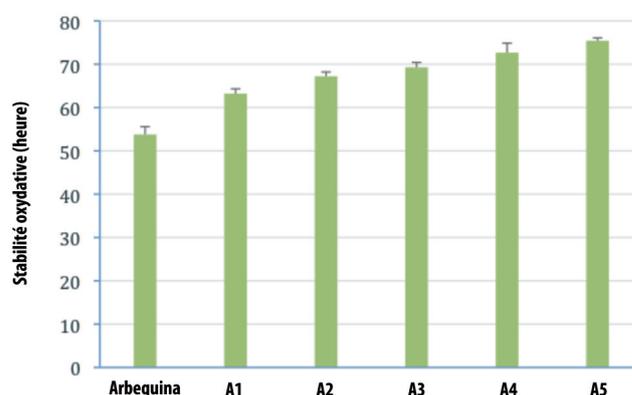


Figure 2 : Évolution de la stabilité oxydative de l'huile d'olive d'*Arbequina* et des huiles de son assemblage avec des huiles d'olive monovariétales d'*Arbosana* et de *Koroneiki*.

Conclusion

La stabilité oxydative des huiles d'olive dépend essentiellement de la variété. Elle est étroitement liée à la teneur des huiles en antioxydants naturels (phénols et tocophérols) et au rapport acides gras monoinsaturés/polyinsaturés. Pour la formulation d'huiles d'olive de qualité, il est indispensable de tenir compte de ces paramètres. On recommande que la proportion d'huile de faible stabilité (comme le cas d'*Arbequina*) reste inférieure à 50 %; le complément est à répartir entre les huiles de coupage de choix, de façon à provoquer une réduction du taux d'acides gras polyinsaturés et une augmentation du taux d'antioxydants naturels au niveau du mélange de l'huile formulée. Ceci permettrait de mieux contrer le phénomène d'auto-oxydation et de préserver les qualités organoleptiques des huiles assemblées. Ainsi, dans cette étude, on a observé que l'amélioration de la stabilité à l'oxydation des huiles d'assemblages à base d'huile d'*Arbequina* permettait de préserver et de valoriser au moins partiellement les qualités sensorielles de

cette huile. L'assemblage binaire ou ternaire d'huile d'*Arbequina* avec des huiles d'*Arbosana*, de *Koroneiki* et de *Picholine* est une solution pour contrecarrer la faible stabilité de l'huile d'*Arbequina*. C'est également un moyen de répondre aux besoins du marché avec la création de nouvelles marques d'huiles d'olive.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la coopération Maroc/Wallonie Bruxelles, programme WBI Projet 9/2, et en collaboration avec G. López, responsable des domaines oléicoles et de la société Huiles de la Méditerranée, sis Km-14, Route Ahfir, Oujda, Maroc.

RÉFÉRENCES

- ABAZA L., MSALLEM M., DAOUD D. & ZARROUK M. 2002. Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 9, 174-9.
- AIT-HMIDA A. 2010. Rentabilité de l'olivier en modes de production intensif et super-intensif dans le Haouz au Maroc. *New medit: Mediterranean journal of economics, agriculture and environment= Revue méditerranéenne d'économie, agriculture et environnement*, 9, 31-34.
- ALLALOUT A., KRICHÈNE D., METHENNI K., TAAMALLI A., OUESLATI I., DAOUD D. & ZARROUK M. 2009. Characterization of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia horticulturae*, 120, 77-83.
- AOCS 1989. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. *Offic. Method* (Ce 8-89).
- APARICIO R., RODA L., ALBI M. A. & GUTIÉRREZ F. 1999. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47, 4150-4155.
- BACCOURI O., GUERFEL M., BACCOURI B., CERRETANI L., BENDINI A., LERCKER G., ZARROUK M. & DAOUD BEN MILED D. 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food chemistry*, 109, 743-754.
- BENDINI A., CERRETANI L., CARRASCO-PAN-CORBO A., GÓMEZ-CARAVACA A. M., SEGURA-CARRETERO A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ A. & LERCKER G. 2007. Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12, 1679-1719.
- BOSELLI E., DI LECCE G., STRABBIOLI R., PIERALISI G. & FREGA N. G. 2009. Are virgin olive oils obtained below 27° C better than those produced at higher temperatures? *LWT-Food Science and Technology*, 42, 748-757.
- BOSKOU, D., BLEKAS G. & TSIMIDOU M. 1996. Olive oil composition. *Olive oil: Chemistry and technology*, 1996, 52-83.
- BOULOUHA B. 2006. *Forum Oléa*. Marrakech.
- COI 2013. NORME COMMERCIALE APPLICABLE AUX HUILES D'OLIVE ET AUX HUILES DE GRIGNONS D'OLIVE. COI/T. 15/NC n° 3/Rév. 7, 20.
- EEC 2003. Regulation N. 1989 of 6 November 2003 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis. *Off J Eur Un, L*, 295, 57-77.
- EL MOUHTADI I., AGOUZZAL M. & GUY F. 2014. L'olivier au Maroc. *OCL*, 21, D203.
- GARCÍA J.M., SELLER S. & PEREZ-CAMINO M.C. 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3516-3520.
- GHARBY S., HARHAR H., EL MONFALOUTI H., KARTAH B., MAATA N., GUILLAUME D. & CHARROUF Z. 2012. Chemical and oxidative properties of olive and argan oils sold on the Moroccan market. A comparative study. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5, 31-38.
- GÓMEZ-ALONSO S., SALVADOR M.D. & FREGA-PANE G. 2002. Phenolic compounds profile of Cornicabra virgin olive oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 6812-6817.
- GRATI KAMMOUN N. & LAROUSSE S. 2013. L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive. *CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*, 104, 8.
- GUTIÉRREZ F., ARNAUD T. & GARRIDO A. 2001. Contribution of polyphenols to the oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1463-1470.
- GUTIÉRREZ ROSALES F. 1989. Determinación de la estabilidad oxidativa de aceites de oliva vírgenes: Comparación entre el método del Oxígeno Activo (AOM) y el método Rancimat. *Grasas y aceites*, 40, 1-5.
- JUDDE A. 2004. Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique: mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications? *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 11, 414-418.
- MAHOU A., TAIEBI Z., HADIDDOU A., OUKABLI A. & MAMOUNI A. 2011. Performance et qualité de production des variétés d'olivier *Arbéquine*, *Koroneiki* et *Picholine marocaine* conduites en irrigué dans la région de Settat (Maroc). *Olivæ*, 116, 16.

MANSOURI F., BEN MOUMEN A., LOPEZ G., FAUCONNIER M.-L., SINDIC M., SERGHINI-CAID H. & ELAMRANI A. Preliminary characterization of monovarietal virgin olive oils produced in eastern area of Morocco. Book of Proceedings InsideFood Symposium, 2013.

OLLIVIER D., BOUBAULT E., PINATEL C., SOUILLOL S., GUÉRÈRE M. & ARTAUD J. Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. J. Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique, 2004. 169-196.

PARDO J., CUESTA M. & ALVARRUIZ A. 2007. Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin "Aceite Campo de Montiel" (Ciudad Real, Spain). *Food Chemistry*, 100, 977-984.

RALLO L. R. 2002. La mejora varietal del olivo en España. *Séminaire international sur l'olivier: Acquis de recherche et contraintes du secteur oléicole*. Marrakech, Maroc.

RKHIS A. C., GUERIANI L., GRATI-KAMMOUN N.

& OULED A. 2010. Comportement de six variétés d'olivier à huile dans le biotope de Taous (Sfax, Tunisie): résultats de 4 campagnes de suivi. *Revue Ezzaitouna*, 11, 2.

TANOUTI K., SERGHINI-CAID H., CHAIEB E., BENALI A., HARKOUS M. & ELAMRANI A. 2011. Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Technologies de Laboratoire*, 6.

TEROUZI W., AIT YACINE Z. & OUSSAMA A. 2010. Étude comparative de la stabilité de l'huile d'olive de la *Picholine marocaine* et de l'*Arbéquine*. *Olivæ*, 113, 5.

TOUS J. & ROMERO A. 1992. Ficha varietal del cultivar 'Arbequina'. *Olivæ*, 43, 28-29.

TOUS J., ROMERO A. & PLANA J. 2001. Selección clonal de la variedad de olivo 'Arbequina'. *Fruticultura Profesional*, 120, 3.

TOUS J., ROMERO A., PLANA J., GUERRERO L., DÍAZ I. & HERMOSO J. 1997. Características químico-sensoriales de los aceites de oliva «Arbequina» obtenidos en distintas zonas de España. *Grasas y aceites*, 48, 415-424.

Recherche, innovation et transfert de technologies dans le secteur oléicole espagnol. Analyse basée sur les conclusions de groupes d'experts

J. Sanz Cañada¹, F.Sánchez Escobar²,
I. Hervás Fernández³, D. Coq Huelva⁴

¹ Instituto de Economía, Geografía y Demografía - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, javier.sanz@cchs.csic.es

² Consultant indépendant, florenciosanchez@hotmail.com

³ Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública, Madrid, isabeloptera@gmail.com

⁴ Departamento de Economía Aplicada II, Universidad de Sevilla, dcoq@us.es

Résumé

Le premier objectif de ce travail était de faire le point sur les problèmes et priorités en matière de recherche, développement, innovation et transfert de technologies dans le secteur oléicole espagnol. Le deuxième objectif était de formuler des recommandations stratégiques en vue d'améliorer le système. Nous analysons dans cet article les résultats de l'application à trois groupes d'experts de techniques de recherche sociale reposant sur la méthode dite de Metaplan - *groupes de discussions* et *ateliers de participation stratégique* pour atteindre les objectifs fixés. Les trois groupes ont abordé respectivement les trois grands domaines de connaissances suivants : i) oléiculture et sous-produits oléicoles ; ii) oléotechnie, santé et nouveaux produits ; et iii) sciences sociales agroalimentaires. Les experts ont souligné l'urgence de pallier le déficit actuel d'actions de transfert d'innovations et de connaissances depuis le système national vers les entreprises et les agriculteurs et la nécessité d'aborder les actions de recherche-développement et innovation dans une perspective interdisciplinaire et transdisciplinaire.

Mots clés

Recherche, innovation, transfert de technologies, groupes de discussion, ateliers de participation stratégique, huile d'olive, Espagne.

Introduction et méthodologie

Le système national de recherche-développement et innovation dans les domaines de l'oléiculture et de l'huile d'olive a fortement évolué en Espagne au cours des trente dernières années, en particulier en ce qui concerne l'importance économique et territoriale de cette culture. Toutefois, on peut encore observer aujourd'hui un certain déficit en matière de transfert de technologies et d'innovation.

Le principal argument sur la nécessité d'avoir recours au système national de R+D+i est le besoin urgent d'améliorer la valeur ajoutée du secteur oléicole espagnol dans un contexte de changements structurels affectant la chaîne de valeur et la consommation des produits oléicoles à l'échelle internationale. De même, le déficit du secteur oléicole espagnol en matière d'innovation sur le plan de l'organisation et du commerce exige d'encourager au plus vite les actions de transfert de technologie et de diffusion des connaissances aux agriculteurs et aux entreprises. Parmi les autres éléments qui impliquent la nécessité d'activer le système national de R+D+i, on citera la nouvelle fonctionnalité territoriale du secteur et son rôle dans le développement rural, ou encore l'existence d'une sensibilité sociale émergente en matière de sécurité alimentaire, de santé, d'environnement et de gastronomie.

L'article analyse les résultats du travail de trois groupes d'experts dont l'objectif était de parvenir à une conclusion consensuelle sur les problèmes et les priorités en matière de recherche, développement, innovation et transfert du système national de R+D+i au secteur oléicole espagnol et présente un certain nombre de recommandations stratégiques destinées à l'amélioration de ce système. Ce travail s'inscrit dans un projet de recherche¹ dont les résultats sont présentés dans Sanz Cañada *et al.* (2012 a). L'objectif de ce projet était de définir et de dresser un état des lieux par priorité des domaines de recherche et d'innovation qu'il conviendrait de renforcer dans le cadre du système espagnol de R+D+i². Chaque des groupes a abordé les grands domaines suivants de connaissances: i) oléiculture et sous-produits oléicoles; ii) oléotechnie, santé et nouveaux produits; et iii) sciences sociales agroalimentaires.

Le projet était articulé en une séquence de trois phases consécutives, le travail exposé dans le présent article constituant la seconde phase (Figure 1). Nous sommes partis de l'information obtenue dans le cadre de la première phase qui consistait à identifier et définir 86 domaines de recherche et d'innovation au moyen d'entretiens semi-structurés de longue durée avec les experts.

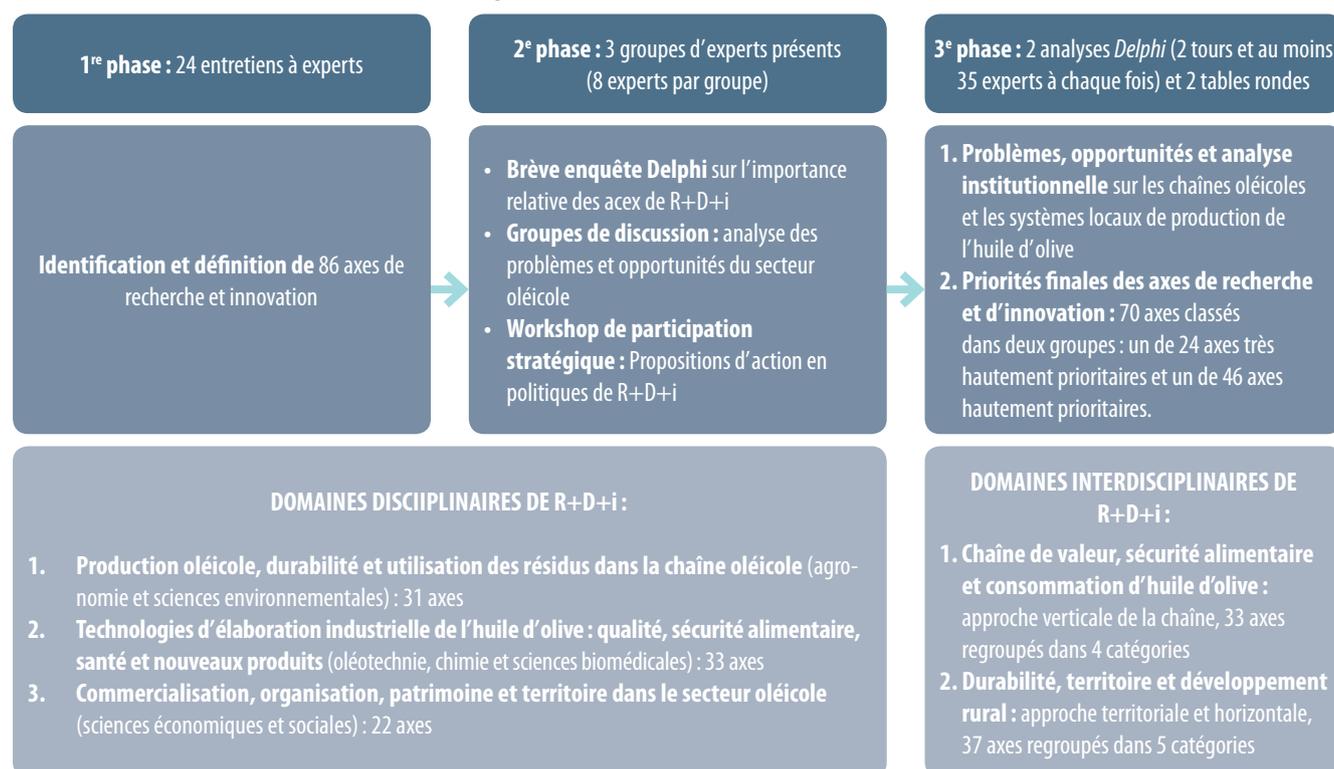


Figure 1 : Méthodologie pour l'analyse des priorités, problèmes et opportunités de recherche et d'innovation dans le secteur de l'huile d'olive en Espagne

¹ "Plateforme Technologique de l'olivier. ALENTA". Sous-programme de Plateformes Technologiques (INNFLUYE) du Plan National de R+D+i. Ministère des Sciences et de l'Innovation : 2010-2011. Sous la coordination de la Fondation Citoliva et avec la participation du CSIC.

² Un autre travail a été publié à l'issue de ce projet : Sanz-Cañada *et al.* (2012 b). Les recherches sur le système de R+D+i oléicole ont été très rares en Espagne. Toutefois on signalera le travail de Sayadi *et al.* (2012) pour l'Andalousie.

Dans la deuxième phase, nous avons constitué trois groupes d'experts auxquels nous avons appliqué une méthode mixte de recherche sociale (Johnson *et al.*, 2007; Teddlie et Tashakkori, 2009) consistant en l'utilisation des techniques de recherche sociale suivantes: une brève enquête Delphi³, un groupe de discussion et un workshop de participation stratégique reposant sur la méthodologie dite de *Metaplan* (Schnelle et Stoltz, 1987; Oakley, 1991) qui nécessite un maximum de huit experts par groupe. L'article recueille les principaux résultats des groupes de discussion et des workshops de participation stratégique des trois groupes.

Parmi les experts sélectionnés pour le travail correspondant aux deux premières phases du projet se trouvent des chercheurs et des professeurs d'université, des représentants du monde de l'entreprise, des associations et institutions du secteur et de l'Administration publique - bien que ces derniers aient participé en qualité d'experts et non pour le poste qu'ils occupent. Dans chacun des trois groupes nous avons recherché un équilibre dans la composition en fonction des profils respectifs des experts (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition des groupes selon les profils des experts

PROFILS DES EXPERTS		Nbre d'experts
GROUPE 1 : Innovations dans le domaine de la production, de la durabilité et de l'utilisation des sous-produits de la chaîne oléicole	1. Matériel végétal, variétés et nouvelle oléiculture	2
	2. Systèmes de culture : érosion, irrigation et protection phytosanitaire	2
	3. Biodiversité, production intégrée et oléiculture écologique	2
	4. Utilisation des résidus de la chaîne oléicole	2
GROUPE 2 : Technologies d'élaboration industrielle de l'huile: qualité, sécurité alimentaire, santé et nouveaux produits	5. Innovations dans l'élaboration de l'huile de qualité et dans les méthodes sensorielles	2
	6. Sécurité alimentaire dans la chaîne oléicole	2
	7. Huile d'olive et santé	2
	8. Nouveaux produits dérivés de l'olive et de l'huile	1
	9. Innovations en technologies de l'information et en systèmes de traçabilité	1
GROUPE 3 : Commer- cialisation, organi- sation, patrimoine et territoire dans le secteur oléicole	10. Marketing et consommation des huiles d'olive	2
	11. Multifonctionnalité, paysages et patrimoine naturel et culturel	3
	12. Coopératives et commercialisation de second degré	2
	13. Dénominations d'origine et institutions de certification de la qualité	1

L'objectif des groupes de discussion était de constater les principaux consensus et désaccords dans l'identification des problèmes et des priorités en matière de recherche, développement, innovation et transfert de technologies⁴. Les réunions de ces trois groupes ont duré en moyenne cinq heures chacune. Les discussions étaient conçues de manière à promouvoir la convergence de perception des

participants ou à mettre en évidence leurs divergences et à favoriser l'obtention d'un certain nombre d'informations qualitatives. Les experts, dans leur interaction dialectique, apportaient une dimension prospective consistant non seulement à identifier les problèmes du secteur mais également à évaluer la faisabilité des différentes initiatives. Les groupes travaillaient sur un domaine précis et ont été

³ Les experts ont été invités à compléter les questionnaires Delphi à deux reprises : avant et après la réunion du groupe de discussion. Chacune des rubriques du questionnaire correspondait à l'évaluation, selon une ponctuation de 1 à 5, des lignes de R+D+i identifiées grâce à l'analyse des entretiens. L'idée était que les participants réalisent un exercice de réflexion préalable à la dynamique de groupe et d'introduire les consensus atteints postérieurement au sein du groupe de discussion.

⁴ Nous rappellerons qu'il ne s'agit pas de l'acceptation classique du groupe de discussion car il ne répond pas au sens strict du terme aux conditions pour être considéré en tant que tel : que les membres du groupe ne se connaissent pas entre eux, ce qui s'avère pratiquement impossible au sein du collectif national d'experts sur des thèmes prospectifs de recherche et d'innovation.

invités à répondre à des questions semi-ouvertes dans le cadre d'un échange où le modérateur a joué un rôle actif dans la conduite du groupe, en particulier pour promouvoir l'obtention d'un consensus (Greenbaum, 1999).

L'objectif des workshop de participation stratégique était de proposer, également de manière consensuelle, un ensemble d'orientations stratégiques pour l'amélioration du système national de R+D+i. La technique appliquée était celle de la visualisation au moyen de cartes, qui consiste à poser un certain nombre de questions aux participants qui doivent répondre succinctement et par écrit sur une carte⁵. Lorsque toutes les cartes ont été complétées et lues devant les autres membres du groupe, elles sont placées sur un tableau et les participants sont invités à regrouper les différentes actions de R+D+i par thèmes et objectifs et à donner un nom à chaque groupe.

L'ensemble des techniques de recherche employées ne prétend pas refléter une liste exhaustive des thèmes et propositions de R+D+i mais plutôt un aperçu panoramique des principaux débats et des recommandations d'action sur les problèmes et les priorités de recherche, d'innovation et de transfert dans le secteur oléicole espagnol. L'interaction qui a lieu dans le dialogue entre experts offre une grande richesse d'informations sur les différents arguments exposés.

On trouvera ci-après les résultats obtenus par les trois groupes d'experts sur 11 sous-thèmes, les principaux consensus et les désaccords ainsi que les principaux thèmes de débat. Les arguments sont illustrés par une série de citations dans le texte formulées par les groupes de discussion ainsi que par les recommandations stratégiques d'action pour le système national de R+D+i (Figures 2 à 11).

Analyse des résultats des groupes d'experts

Innovations dans la production oléicole, la durabilité et l'utilisation des sous-produits de la chaîne oléicole⁶

Érosion et dégradation des sols

Le problème de l'érosion concerne une grande partie de la surface oléicole espagnole, en particulier dans

les zones de forte inclinaison. Cette situation s'inscrit dans une problématique plus large de dégradation et de conduite des sols. Les experts sont convenus qu'il s'agissait du principal problème environnemental de l'oliveraie espagnole et ont rappelé que la plupart des recherches menées en Espagne avaient porté sur la quantification de l'érosion plutôt que sur la recherche de solutions concrètes :

« On a plutôt cherché à quantifier les problèmes qu'à proposer des solutions. Je crois qu'il y a une différence très claire entre les progrès réalisés au niveau de la productivité et le type de solutions apportées du point de vue environnemental. »

En outre, les experts ont constaté qu'il n'existait pas non plus de données fiables sur l'érosion au niveau de grandes aires et que les essais réalisés jusqu'à présent étaient peu nombreux et très localisés par rapport à l'intensité, à la variabilité et à l'envergure des problèmes d'érosion des surfaces oléicoles espagnoles. Ils ont noté la nécessité d'entreprendre des recherches représentatives à échelle territoriale et de caractère interdisciplinaire ainsi que de valider les modèles permettant d'évaluer les pertes de terrain :

« Les essais de mesure de l'érosion et de son effet sur l'oliveraie sont très rares. Il en existe très peu et ils sont très localisés, essentiellement dans 3 ou 4 endroits en Andalousie... Il est très difficile d'affiner les systèmes de conduite et de savoir exactement quelles sont les pertes de nutriments et d'herbicides lorsque l'on s'éloigne des conditions spécifiques de ces essais... Il est très difficile d'extrapoler les conclusions car l'information territoriale dont on dispose est très limitée. »

Les experts ont par ailleurs constaté la nécessité de mener des recherches non seulement en termes d'érosion et perte de terrain mais également en termes d'érosion et dégradation des sols :

« Le problème de certaines oliveraies n'est pas seulement les pertes de terrain... Dans certaines exploitations, l'état de dégradation est très important et il faudrait agir en priorité. Dans d'autres, les conditions du sol ne sont pas si critiques. Ce problème n'a pas été abordé de manière systématique. »

Les experts ont également insisté, au sujet de l'innovation et du transfert, sur le fait que les chercheurs de-

⁵ Chacune de ces questions faisait référence aux différents groupes sur les thèmes de recherche et d'innovation. Ainsi, par exemple, une des questions était : "Quelle action pourrait-on prévoir pour développer les axes prioritaires de R+D+i dans le domaine de l'irrigation de l'oliveraie afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources hydriques ?".

⁶ Parmi les références bibliographiques espagnoles qui s'intéressent à différents thèmes relatifs à l'oléiculture et la durabilité ainsi qu'aux systèmes de culture écologique et intégrée, on citera : Barranco *et al.* (2008), Gómez Calero (2010), Guzmán Casado (2011), Pajarón (2007) et Saavedra et Pastor (2002).

⁷ Voir Rodríguez-Lizana *et al.* (2007).

vraient proposer des solutions plus claires de conduite de terrain aux oléiculteurs pour résoudre ces problèmes. L'une des principales alternatives pour freiner l'érosion et la dégradation des sols est en particulier le recours à des *couvertures végétales* adaptées à chaque agro-écosystème⁷, et qui permettent en outre d'augmenter l'efficacité des apports d'eau :

« Nous avons constaté avec surprise que de nombreuses oliveraies disposaient d'une couverture labourée au printemps, qui est utilisée à des fins de fertilisation et qui permet de conserver le sol dans un état magnifique... Une plus grande application de ce type de pratiques pourrait nous aider à affiner nos systèmes de conduite. »

D'un autre côté, les experts ont considéré qu'il serait opportun d'introduire des couvertures végétales dans le plus grand nombre possible d'oliveraies en régime pluvial et non seulement dans celles présentant des inclinai-

sons supérieures à 10 %, comme c'est le cas en Andalousie depuis 2010 pour obtenir les paiements directs de la PAC. De nombreuses recherches et expériences doivent encore être menées pour définir les couvertures végétales les plus adaptées aux différents sols et climats en fonction notamment de leur mode de concurrence pour les ressources hydriques et minérales et de leurs capacités de production. Il est important d'identifier le système de conduite des couvertures en fonction des agro-écosystèmes et de transférer les résultats aux agriculteurs. Enfin, les experts ont fait référence à deux nouveaux thèmes de recherche et d'innovation : d'une part la conduite mécanisée des couvertures végétales et d'autre part le fait que certaines couvertures enterrées sont des pesticides biologiques qui peuvent aider à contrôler la verticilliose.

La Figure 2 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur l'érosion et la dégradation des sols.

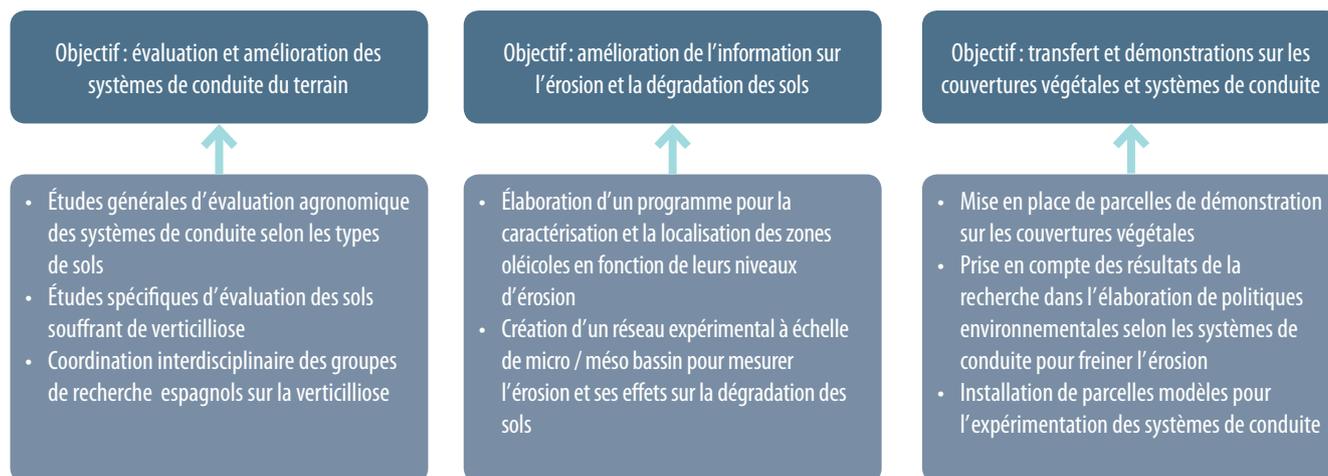


Figure 2 : Recommandations stratégiques sur l'érosion et la dégradation des sols

Utilisation des résidus et des sous-produits de la chaîne oléicole

Les deux principaux types de résidus de la chaîne oléicole qui commencent à être appliqués dans la **restitution des sols** sont les restes de la taille et le compost fabriqué à partir des grignons épuisés. Ces solutions sont recommandées en particulier sur les terrains oléicoles en pente en raison de leurs problèmes spécifiques d'érosion et de dégradation. Cette pratique doit donc faire l'objet d'actions de diffusion et de transfert.

En ce qui concerne les *restes de la taille*, il a été démontré que lorsqu'ils sont utilisés pour améliorer le terrain, les résultats au niveau du sol sont plus qu'acceptables. Toutefois, dans les zones de plus grande production oléicole, le transport des restes de la taille pose des problèmes de rentabilité. Leur utilisation dépend

donc de l'amélioration de la mécanisation du ramassage des restes de taille avec des équipements efficaces, adaptés à l'inclinaison du terrain et caractérisés par leur faible impact sur l'environnement. Ces avancées technologiques devraient être proposées par les propres fabricants d'équipement. De même, pour améliorer les connaissances sur la durabilité des restes de la taille, des recherches devraient être menées sur la dégradation de la biomasse dans le sol en fonction des conditions du milieu. Les modalités d'utilisation des résidus de la taille sur les différents types de sol devraient également être améliorées :

« Il est certain que l'amélioration du sol est considérable lorsque l'on a recours à la taille... Le fait de l'associer aux composts ou à toute autre pratique est fondamental dans les conditions de dégradation dans lesquelles se trouvent

⁷ Voir Rodríguez-Lizana et al. (2007).

nos sols. D'un autre côté, lorsqu'il y a un excès de taille, comme cela peut être le cas dans les zones de forte production, il peut s'avérer contreproductif de laisser les restes sur le sol car ils pourraient générer des substances de type allélopathique qui finiraient par avoir une incidence négative sur l'équilibre de l'olivieraie."

La transformation des *grignons épuisés en compost* est employée essentiellement comme engrais organique et fertilisant, bien que dans une certaine mesure. Le problème auquel est confrontée la R+D+i est également le coût élevé du transport: cette opération n'est rentable pour les oléiculteurs que lorsque le compost est appliqué sur des terrains situés à proximité de l'unité de transformation. Ces problèmes de rentabilité affectent également, pour les mêmes raisons, la fabrication des engrais organiques à partir de grignons épuisés.

La recherche en Espagne porte plus fréquemment sur le mélange des grignons épuisés à d'autres types de résidus peu onéreux et résistants à la biodégradation édaphique, pour la fabrication d'engrais organiques enrichis de matières organiques ligno-cellulosiques. Le facteur limitant de ce fertilisant est la carence en azote et lorsqu'il est enrichi en azote, le pH augmente en excès, ce qui constitue un thème de recherche fondamentale de grand intérêt.

En ce qui concerne la **génération d'énergie** à partir de la biomasse oléicole, les grignons et les noyaux

constituent le principal intrant⁸. Malgré le développement de ces technologies au cours des dernières années, il demeure nécessaire de promouvoir certains thèmes de recherche - l'objectif étant d'augmenter l'efficacité énergétique des technologies disponibles actuellement -, d'étudier la gazéification (dont la combustion est plus efficace) et de résoudre les problèmes d'impact environnemental que génère le séchage des noyaux d'olives.

Quant à l'utilisation énergétique des restes de la taille, des avancées technologiques ont été réalisées mais leur viabilité n'est pas encore garantie. Selon les experts, les principaux problèmes concernent également la logistique du ramassage des restes de la taille. Pour que cette activité soit rentable, les coûts de transport de ces matières premières volumineuses doivent être optimisés et des critères clairs de localisation des plants doivent être établis:

"Il est important d'étudier l'utilisation des sous-produits de l'oléiculture à des fins agro-énergétiques et en particulier la question fondamentale de la logistique, car si l'on ne parvient pas à démontrer à l'oléiculteur que le transport est rentable, on aura du mal à faire évoluer la situation."

La Figure 3 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur l'utilisation des résidus et des sous-produits de la chaîne oléicole.

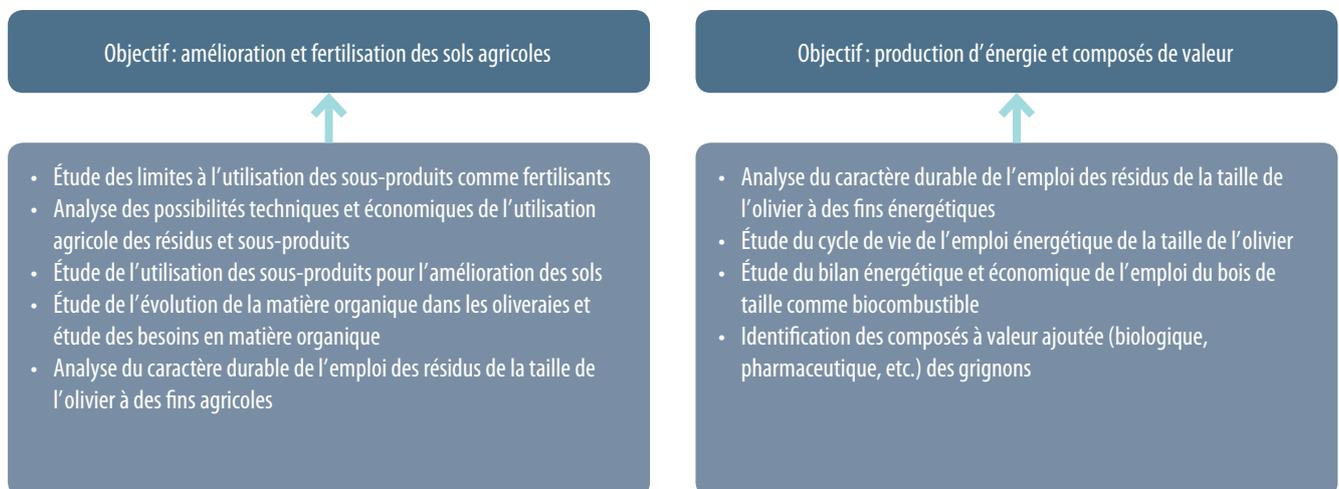


Figure 3 : Recommandations stratégiques sur l'utilisation des résidus et des sous-produits de la chaîne oléicole

Oléiculture écologique, production intégrée et biodiversité. Lutte contre les mauvaises herbes, les parasites et les maladies

Tout le monde est d'accord sur le fait que le système de R+D+i, les politiques et le propre secteur devraient accorder la priorité à la réduction et à l'utilisation ra-

tionnelle des **produits phytosanitaires**, compte tenu des risques qu'ils supposent en termes de sécurité alimentaire et de contamination environnementale.

Les **herbicides** ont exercé un rôle important dans le contrôle des mauvaises herbes, l'amélioration des ré-

⁸ Voir Junta de Andalucía (2010).

coltes et la réduction des coûts. Le contrôle efficace des mauvaises herbes peut en effet supposer une augmentation de 20 à 30 % de la production, avec un coût associé réduit. Selon les experts, l'emploi non contrôlé des herbicides, insecticides et fongicides a supposé au cours des dernières décennies des risques importants de contamination des sols et des nappes phréatiques. Heureusement, la consommation de ces produits a quelque peu diminué au cours des cinq dernières années.

D'autre part, les experts sont convenus que la verticilliose constituait probablement l'un des problèmes les plus urgents de l'olivieraie espagnole. Elle affecte en particulier les surfaces irriguées de l'oléiculture super intensive. Les experts ont considéré que la recherche sur le contrôle de la verticilliose devait être abordée dans une perspective interdisciplinaire au sein d'un programme de recherche qui devrait rassembler des spécialistes en pathologie végétale, en systèmes de culture et en amélioration génétique. Il n'est pas possible en effet d'évaluer avec exactitude l'importance des différentes origines de la propagation de la maladie :

“Les raisons ne sont toujours pas connues. On ne sait pas s'il s'agit d'une progression naturelle de la maladie par échange de matériel ou si elle est liée à un déséquilibre écologique à l'intérieur de l'olivieraie au niveau de microorganismes et d'autres facteurs.”

La propagation de la maladie peut être due à plusieurs causes⁹ : des pratiques inadéquates dans les pépinières ou des systèmes d'irrigation non appropriés, par exemple lorsque l'humidité est maintenue à des niveaux constants autour de l'arbre. Le champignon pourrait également provenir d'une eau d'irrigation contaminée ou d'autres cultures semées antérieurement sur la même parcelle. Les experts ont recommandé que les recherches soient consacrées à l'amélioration génétique en vue de l'obtention de matériel végétal résistant à la verticilliose dans les conditions environnementales inhérentes à la “nouvelle oléiculture”.

Les systèmes de **production intégrée et écologique** constituent une alternative de conduite pour lutter contre les mauvaises herbes, les parasites et les maladies. Les experts ont nuancé en disant que si en Espagne la production écologique était pratiquée majoritairement dans les oliveraies moins productives, bien

qu'elle commence à se diffuser dans les plaines cultivables, la production intégrée était davantage susceptible de s'étendre à tous les types d'oliveraies.

Il a été jugé prioritaire d'envisager le développement de systèmes alternatifs de contrôle des parasites par des méthodes de lutte intégrée basées sur l'emploi de populations d'insectes auxiliaires et, comme recommandation générale, d'assurer le maintien du seuil de biodiversité dans les exploitations :

“L'un des aspects évidents est que le contrôle des parasites et des maladies est lié à la question de la diversité. Dans de nombreux cas, il suffit d'arrêter d'utiliser les produits phytosanitaires pour que le problème des parasites disparaisse, mais ce n'est pas systématique...”

L'étude de la **biodiversité** dans les agro-systèmes de l'olivier est probablement le domaine de recherche sur la durabilité de l'olivieraie qui présente les lacunes les plus importantes en matière de recherche et d'innovation :

“Lorsque l'on aborde le thème des problèmes environnementaux, plusieurs vides apparaissent mais l'un d'entre eux est indubitablement le thème des études de biodiversité. On en parle dans les travaux de recherche depuis vingt ans mais au moment de la quantifier, on observe un retard important dans l'oléiculture par rapport à d'autres types d'études environnementales.”

Il a également été fait allusion au problème de la conservation de la biodiversité variétale de l'olivieraie espagnole¹⁰. Jusqu'à une époque récente, c'était l'agriculteur qui multipliait ses plants mais on assiste depuis quelques années à l'apparition d'une puissante industrie pépiniériste qui fournit la plupart des plants aux oléiculteurs, donnant lieu parallèlement à une réduction drastique du choix des variétés :

“À l'heure actuelle, trois ou quatre variétés représentent à elles seules plus de 95 % des ventes des pépinières. On assiste à un remplacement des variétés traditionnelles par d'autres variétés mieux adaptées à la nouvelle oléiculture”.

La Figure 4 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur l'oléiculture écologique, la production intégrée et la biodiversité.

⁹ Voir Mercado-Blanco et López-Escudero (2012).

¹⁰ Voir Rallo (2004), pour un inventaire des variétés d'olivier espagnoles.

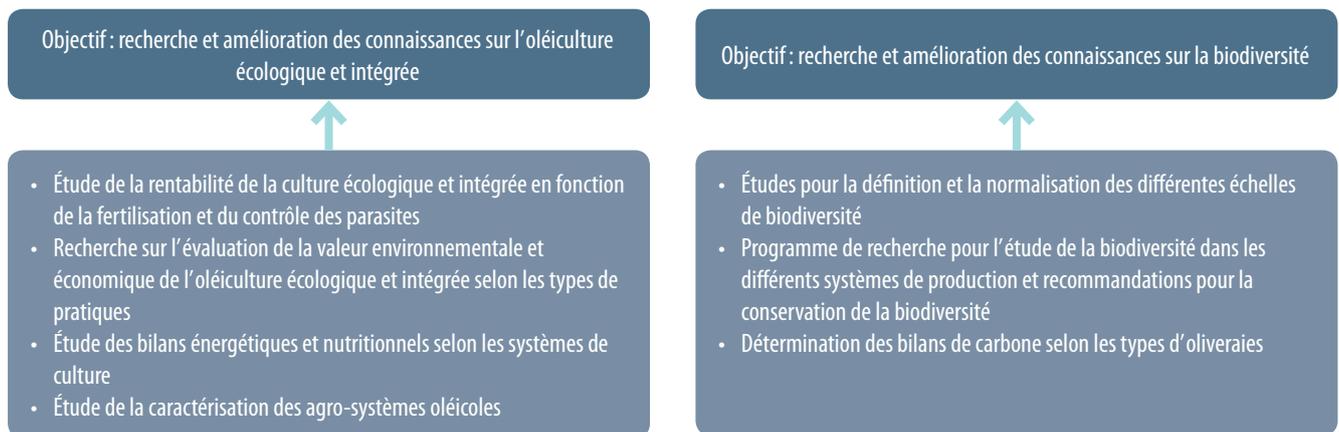


Figure 4 : Recommandations stratégiques sur l'oléiculture écologique, la production intégrée et la biodiversité

Irrigation de l'oliveraie et amélioration de l'efficacité de la gestion des ressources hydriques

Dans la perspective des objectifs de R+D+i, la mise au point de technologies destinées à la gestion efficace de l'eau est très avancée au niveau mondial. Toutefois, la principale priorité est de transférer aux agriculteurs et aux institutions locales des critères de durabilité permettant l'assignation de l'eau en fonction de son utilisation sur une base socio-économique et environnementale. Il a donc été proposé de promouvoir les services d'assistance aux utilisateurs :

“L'emploi de l'eau doit être acceptable du point de vue social et territorial, non au niveau d'un agriculteur donné... Les ressources hydriques sont générales et la loi stipule qu'elles appartiennent à tout le monde.”



Figure 5 : Recommandations stratégiques sur l'irrigation en oléiculture et l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des ressources hydriques

Technologies d'élaboration industrielle de l'huile: qualité, sécurité alimentaire, santé et nouveaux produits

Sécurité alimentaire et fraude dans les huiles d'olive

La sensibilité aux thèmes de *sécurité alimentaire* est élevée dans les sociétés modernes. Toutefois, d'après le groupe, l'existence de résidus de produits phytosanitaires est encore une menace dans le cas particulier de certaines huiles en Espagne. On connaît aujourd'hui les effets des différents produits phytosanitaires. Résoudre

De manière plus concrète, le groupe a conclu que l'irrigation déficitaire de l'oliveraie donnait en général une productivité et une rentabilité marginales élevées et supérieures à celles de nombreuses autres cultures. Les experts ont suggéré de promouvoir les études de caractère transversal et interdisciplinaire associant le travail sur l'emploi de l'eau à des recherches sur les mauvaises herbes et sur les sols. Le groupe a également conclu à la nécessité d'évaluer sur le plan économique et environnemental tous les emplois alternatifs de l'eau à l'échelle locale, et parmi eux l'oliveraie irriguée.

La Figure 5 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur l'irrigation de l'oliveraie et l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des ressources hydriques.

le problème tient donc essentiellement à la réalisation d'activités de transfert de connaissances. La principale mesure à promouvoir est, selon les spécialistes, que les activités oléicoles soient réalisées avec la participation d'un technicien agronome présent pour conseiller et former l'oléiculteur en matière de bonnes pratiques. Cela suppose d'encourager les associations de production intégrée (API) ou les groupements pour le traitement intégré en agriculture (ATRIA en espagnol) qui peuvent recruter collectivement un agronome.

Le groupe a également suggéré le renforcement des systèmes de traçabilité dans les huileries, en particulier la réalisation d'une analyse au moment de la livraison de l'olive à la coopérative. Cet aspect comporte toutefois des problèmes logistiques et de gestion.

Les participants ont signalé unanimement que la *fraude* était l'un des principaux problèmes auxquels le secteur devait prêter une attention particulière car elle contribue à la distorsion de la formation des prix, conduit à une perte de fiabilité des normes et porte préjudice à de nombreuses huiles de qualité qui existent sur le marché espagnol.

Une première menace est celle de l'existence d'autres huiles dans l'huile d'olive, surtout dans l'huile raffinée. Bien qu'il existe des moyens suffisants pour contrôler ce problème, le point critique réside dans l'inspection des fraudes, qui est une opération très coûteuse. Plus de vingt types d'indicateurs analytiques sont disponibles pour vérifier si l'huile est une véritable huile d'olive. De nouvelles techniques sont actuellement à l'étude. Elles reposent sur la biologie moléculaires et sont susceptibles d'améliorer les analyses grâce aux marqueurs

moléculaires¹¹. Toutefois, il semble prioritaire de concentrer les efforts sur la mise au point de méthodes rapides et simples de détection des mélanges.

Le deuxième problème important inhérent à la possibilité de fraudes est l'authenticité de l'huile d'olive vierge extra. Selon les experts, il s'agit davantage d'un problème de certification et de transfert que d'un problème de recherche fondamentale. L'assignation de la dénomination «vierge extra» à une huile ne devrait pas être laissée aux mains du producteur. L'huile devrait ainsi être soumise à la certification d'un organisme indépendant. Dans ce sens, la réalité reflète l'existence d'huiles vierges qualifiées comme vierges extra qui ne répondent pas au niveau de qualité sensorielle requis pour l'obtention de cette dénomination :

“Je pense qu'il faudrait disposer d'un système de garanties externes, travaillant sous les auspices et avec le financement du propre secteur”.

La Figure 6 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur la sécurité alimentaire et la fraude dans les huiles d'olive.



Figure 6 : Recommandations stratégiques sur la sécurité alimentaire et la fraude dans le secteur de l'huile d'olive

Innovation dans les huileries, qualité et santé

Sur le plan de l'innovation, des améliorations importantes ont été constatées au cours des deux dernières décennies en matière de **qualité de l'huile** en Espagne. Ce phénomène est le résultat des progrès réalisés dans les technologies d'extraction de l'huile et de conditionnement ainsi que de l'adoption de bonnes pratiques de culture, de récolte, d'extraction et de conservation de l'huile¹². Pourtant, les experts ont souligné un certain

manque de professionnalisation et de formation des responsables des huileries et des personnes chargées du *patio*, qui démontre la nécessité de politiques de formation professionnelle et de l'entreprise :

“Le chef d'huilerie et le chargé de patio n'ont généralement pas une formation suffisante en qualité sensorielle. Les responsables des huileries et les consommateurs ne sont pas suffisamment formés.”

¹¹ Concernant la recherche espagnole sur la sécurité alimentaire, la détection des fraudes et les propriétés des composants chimiques de l'huile d'olive et des sous-produits, on citera la revue *Grasas y Aceites, International Journal of Fats and Oils*, éditée par l'Instituto de la Grasa du CSIC qui regroupe un nombre important de recherches sur ces questions.

¹² Parmi les ouvrages qui abordent des questions consacrées à l'oléotechnie ou à la qualité de l'huile, on citera notamment : Aparicio et Harwood (2003), Civantos (2008) et Uceda *et al.* (2008).

En ce qui concerne l'obtention d'une huile de qualité, les experts ont souligné les progrès considérables réalisés en Espagne tout en considérant que l'effort déployé pour améliorer la qualité de l'huile n'avait pas été accompagné d'une stratégie adéquate de mise en valeur de cette qualité, ce qui constitue un véritable point critique du secteur oléicole espagnol. Dans ce sens, il ont donc jugé nécessaire de réorienter la politique d'innovation des entreprises vers des stratégies de marketing dont l'objectif est la reconnaissance de la qualité par les marchés¹³.

Des programmes de recherche en matière d'**huile d'olive** et de **santé** ont été lancés en Espagne ces dernières années. Ces recherches ont permis d'obtenir des résultats sur les propriétés anti-inflammatoires et anti-cancérigènes des antioxydants de l'huile d'olive vierge et sur les mécanismes postprandiaux¹⁴. De même, l'importance future des activités de recherche sur la production d'aliments dans lesquels les graisses saturées sont remplacées par de l'huile d'olive vierge a été soulignée.

Toutefois, le degré de transfert des résultats de la recherche au secteur et au consommateur est encore insuffisant. Les experts ont signalé que le problème du transfert au consommateur devait s'inscrire dans

un contexte plus large de transmission sur plusieurs attributs de l'huile d'olive, où seraient abordés conjointement les attributs « santé » et d'autres caractéristiques, comme l'origine ou la qualité sensorielle. Il est donc urgent d'entreprendre des actions de diffusion et d'éducation du consommateur ayant comme objectif la diffusion d'une meilleure connaissance du produit, aussi bien sur le plan sensoriel que sur celui de la santé. On citera les exemples des programmes qui s'adressent à des centres d'éducation infantile ou les actions de divulgation dans les moyens de communication. Le groupe a souligné la nécessité de lancer un programme de transfert de plus grande envergure auquel participeraient des centres de recherche et des hôpitaux, des producteurs et des conditionneurs, des associations de consommateurs, l'interprofessionnelle espagnole de l'huile d'olive et l'Administration. Le travail des réseaux de recherche en la matière comme le réseau CEAS (Centre de recherche sur l'huile d'olive et la santé) qui réunissent des spécialistes de plusieurs domaines, notamment des professionnels de la médecine et des chercheurs en oléotechnie, a également été cité.

La Figure 7 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur l'innovation dans les huileries, la qualité et la santé en matière d'huile d'olive.

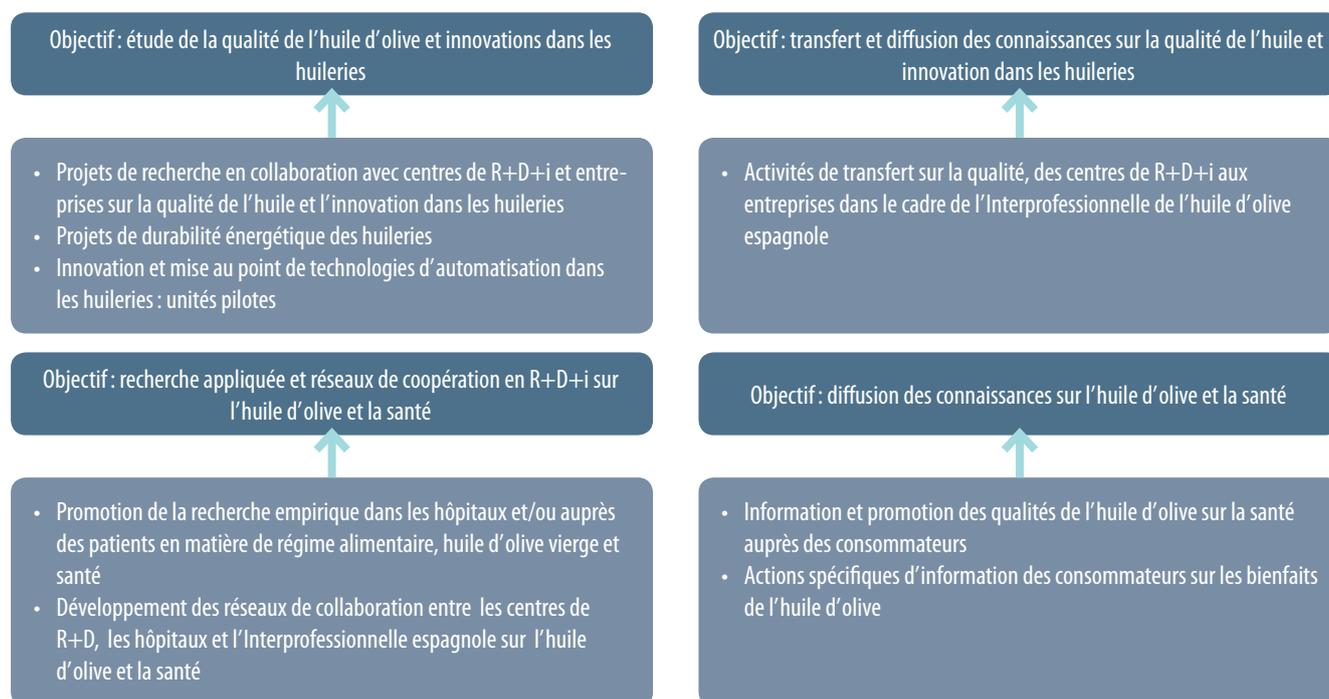


Figure 7 : Recommandations stratégiques sur les innovations dans les huileries, la qualité et la santé

¹³ Voir point consacré au comportement du consommateur et aux stratégies de marketing.

¹⁴ Parmi les travaux consacrés à la recherche sur l'huile d'olive et la santé, on citera notamment : López-Miranda *et al.* (2010), Quiles *et al.* (2006) et Sánchez-Quesada *et al.* (2013).

Nouveaux produits dérivés de l'oléiculture et de l'huile d'olive

Dans le domaine de la *cosmétique* élaborée avec de l'huile d'olive, de nombreux travaux de recherche ont été menés sur les effets positifs de l'huile d'olive sur la peau. Toutefois, les résultats sont généralement peu connus du secteur de la production et les actions de transfert de technologies à l'industrie sont très rares dans ce domaine. L'avenir semble également porteur dans ce domaine puisque les consommateurs font preuve d'une certaine disposition à payer un prix plus élevé pour des produits cosmétiques à base d'huile d'olive. Les marges commerciales des produits de la cosmétique sont très élevées (près de 100%) et donc très supérieures à celles de l'huile. La fabrication de produits cosmétiques pourrait supposer un complément de revenus appréciable et permettrait d'atténuer le caractère saisonnier de la fabrication :

“Dans une négociation de vente d'huile d'olive, il est souvent très difficile d'attirer l'attention des interlocuteurs. Au contraire, lorsque l'on aborde le thème des pro-

duits cosmétiques, l'attitude du client est complètement différente.”

L'un des aspects essentiels de la *feuille d'olivier* est la possibilité d'extraction de composés mineurs d'une grande valeur et leur utilisation potentielle dans les industries alimentaires et pharmaceutiques. Toutefois, les informations sur cette matière sont encore assez rares. L'utilisation de la feuille pourrait également constituer à l'avenir une source supplémentaire de revenus dans les zones où l'oléiculture est marginale.

Parmi les autres axes de la recherche fondamentale à développer, les experts ont cité les potentialités d'utilisation des antioxydants de l'eau de lavage des olives ainsi que les composés mineurs des huiles et des grignons qui sont d'une grande valeur et dont l'exploitation pourrait s'avérer intéressante.

La Figure 8 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur les nouveaux produits dérivés de l'huile d'olive.

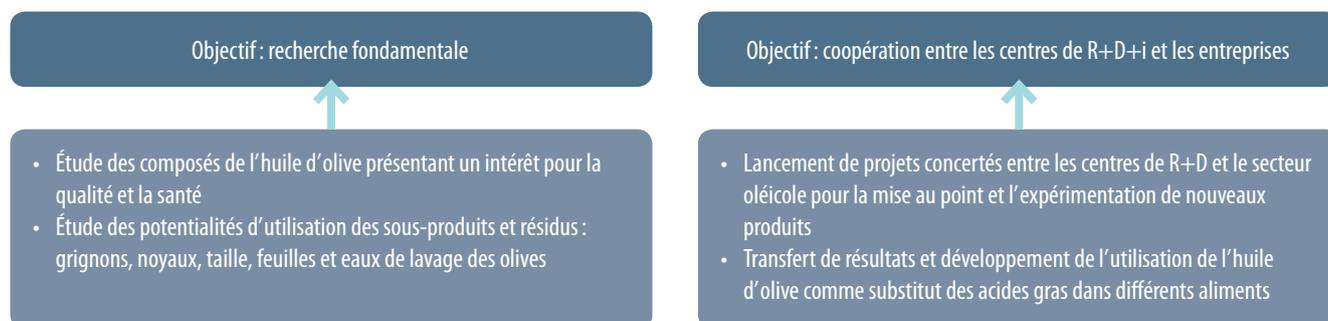


Figure 8 : Recommandations stratégiques sur les nouveaux produits dérivés de l'oléiculture et de l'huile d'olive

Commercialisation, organisation, patrimoine et territoire dans le secteur oléicole

Comportement du consommateur et stratégies de marketing¹⁵

Les experts ont rappelé que les recherches sur l'offre étaient plus nombreuses que celles consacrées à la demande car les économies oléicoles sont actuellement davantage orientées vers un modèle d'offre que vers un modèle de demande. Bien que la recherche théorique sur les modèles et les techniques de demande alimentaire au niveau international soit bien avancée, les experts ont considéré qu'il n'y avait pas suffisamment d'informations concrètes sur le *comportement du consommateur* d'huile d'olive dans les différents segments et marchés, en particulier à l'étranger.

Le principal obstacle à la *consommation d'huile d'olive* est que le consommateur ne connaît pas bien les caractéristiques du produit : bien que cette lacune soit plus grande, logiquement, sur les marchés internationaux, elle reste tout de même importante chez le consommateur espagnol. Du point de vue du marketing, la solution doit provenir des politiques de communication, de promotion et de publicité, ainsi que des programmes d'éducation sensorielle des consommateurs : les dégustations commentées s'avèrent un outil très intéressant¹⁶. Le groupe a suggéré d'encourager la recherche appliquée à l'analyse des facteurs psychosociaux et économiques qui définissent le comportement des différents segments de consommation de l'huile d'olive :

¹⁵ Parras Rosa & Muñoz Guarasa (2012) citent certains travaux récents sur la consommation, les stratégies commerciales, le marketing et les coopératives dans le secteur oléicole espagnol. Rodríguez-Cohard & Parras Rosa (2012) proposent une synthèse sur les chaînes de commercialisation des huiles d'olive en Espagne.

¹⁶ On signalera également trois ouvrages très intéressants consacrés à la dégustation et à la culture de l'huile d'olive dont la finalité est la diffusion des connaissances sur l'analyse sensorielle aux consommateurs et aux acteurs économiques : Alba Mendoza (2008), Jiménez Herrera et Carpio Dueñas (2008) et Uceda *et al.* (2010).

“J’ai du mal à comprendre comment le consommateur espagnol, pourtant habitué à consommer de l’huile d’olive, n’arrive pas à distinguer l’huile d’olive vierge de l’huile d’olive. Je pense que ce sujet devrait faire l’objet d’une recherche sociologique, voire psychosociale, et qu’il devrait être traité.”

Par ailleurs, les experts ont souligné l’importance croissante à l’avenir de la demande de nouveaux produits élaborés à base d’huile d’olive. C’est le cas des produits de la viande dans lesquels les acides gras saturés sont remplacés par l’acide oléicole de l’huile d’olive vierge extra et de l’utilisation de l’huile d’olive comme intrant dans l’industrie alimentaire à la place d’autres matières grasses (conserves, boulangerie industrielle, etc.).

En ce qui concerne les stratégies de marketing, l’un des domaines importants de recherche pour l’huile d’olive est celui de la pénétration des marchés. Les stratégies doivent distinguer les segments de marché et le circuit de distribution, ainsi que le type d’entreprise (grande coopérative, petite huilerie privée de qualité, etc.).

Sur la question de la pénétration de l’huile conditionnée sur le marché national, les experts ont conclu que les principaux problèmes étaient la forte concentration des entreprises du secteur de la grande distribution et le fait que l’huile constitue un produit ‘réclamé’ pour ces entreprises. Cette situation donne lieu à la diminution à des niveaux très bas des marges agricoles et industrielles. Les experts ont également indiqué que le marché intérieur espagnol de l’huile d’olive n’était pas un marché mûr et qu’à ce titre il devait constituer le principal objectif de développement de la consommation des huiles d’olive dans un avenir proche :

“À mon avis, le meilleur marché pour augmenter la consommation, en tout cas celle d’huile d’olive vierge extra, c’est le marché espagnol. La consommation d’huile d’olive en général peut être développée dans le canal HORECA et même dans le canal institutionnel car les parts de marché sont très élevées dans les ménages et il est plus difficile de les augmenter”.

En ce qui concerne la pénétration de l’huile d’olive conditionnée sur les marchés internationaux, la tra-

jectoire du secteur oléicole espagnol est encore courte, bien qu’intense, car durant de nombreuses décennies le marché était tourné essentiellement vers la consommation interne. Depuis quelque temps, il existe une conjoncture favorable à la hausse de la demande mondiale d’huile d’olive qui a permis d’absorber les augmentations de production :

“Sur les marchés extérieurs, les huiles d’olive sont positionnées comme étant les meilleures pour la santé. La demande augmente même en l’absence de stratégies de promotion et de communication.”

Les stratégies de promotion et de communication devraient s’adapter aux particularités de la demande des pays de destination. À cet effet, il est prioritaire d’étudier les attributs les plus appréciés sur les différents marchés nationaux car le comportement du consommateur varie fortement d’un pays à un autre. La recherche appliquée devrait également s’intéresser aux modalités d’utilisation des huiles d’olive dans les gastronomies des pays non méditerranéens et s’interroger sur les stratégies de communication qui permettent une pénétration majeure de l’huile :

“Les huiles d’olive sont positionnées dans des segments d’utilisation de préparation rapide, comme les salades par exemple. Cela limite les possibilités de croissance de la demande... Moi, je ferais plutôt un type de promotion de la gastronomie nationale ou régionale.”

En ce qui concerne la question de l’étiquetage, les experts ont adopté des positions différentes mais complémentaires. Certains ont considéré qu’un excès d’information pouvait réduire l’efficacité du message, en particulier lorsque le consommateur ne connaît pas bien les caractéristiques de l’huile d’olive vierge extra. D’autres ont considéré au contraire que l’étiquette était la seule source d’information rapide et à coût zéro pour le consommateur et que comme celui-ci disposait d’un temps limité, l’étiquette devait lui apporter une information claire, efficace et compréhensible en l’espace de quinze secondes.

La Figure 9 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur le comportement du consommateur et les stratégies de marketing.

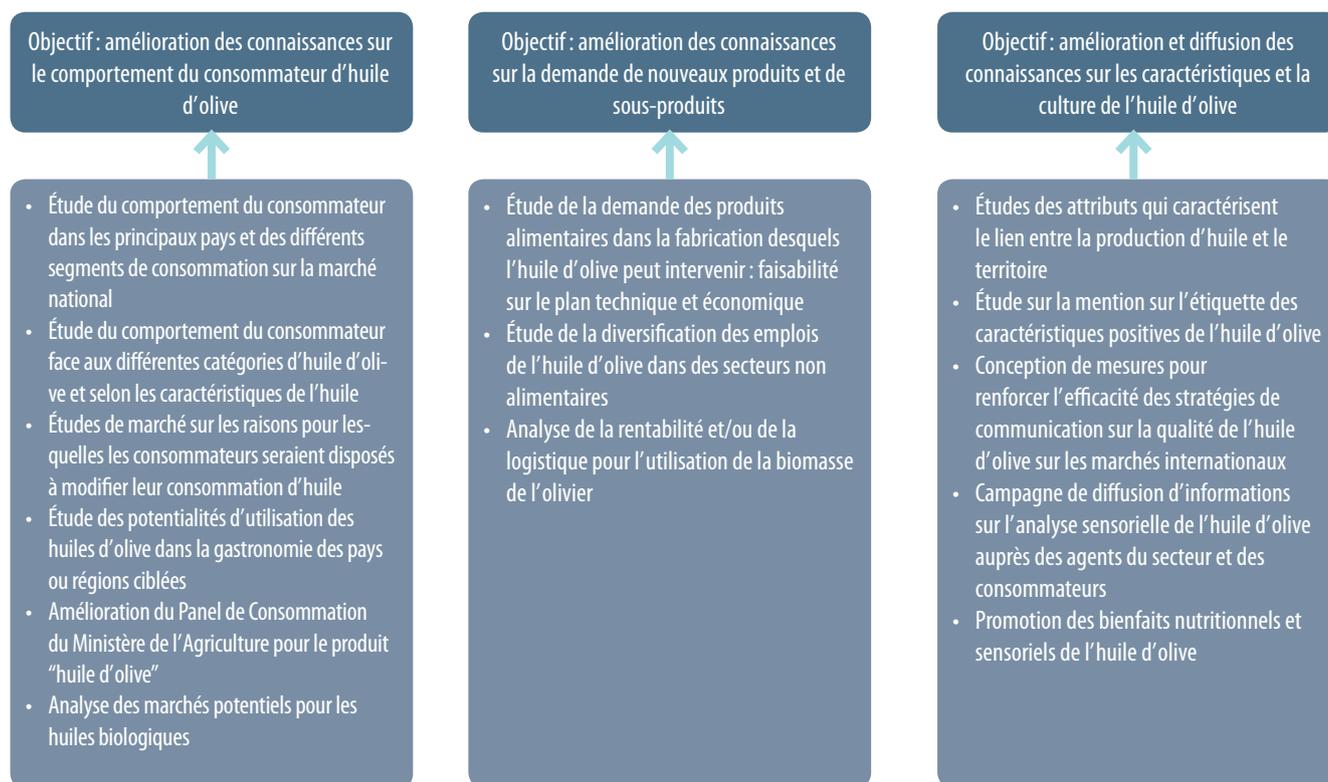


Figure 9 : Recommandations stratégiques sur le comportement du consommateur et les stratégies de marketing

Organisation des entreprises du secteur de l'extraction et des coopératives

Bien que l'objectif du secteur de l'extraction soit de vendre une proportion croissante d'huile conditionnée de marque, il ne faut pas oublier le marché en vrac car ce dernier reste la destination majoritaire de commercialisation de la production d'huile en Espagne. Le principal problème de l'industrie des huileries est sa grande atomisation (1 700 huileries) face à une industrie de conditionnement et à un secteur de la distribution de caractère fortement oligopole, ce qui réduit considérablement le pouvoir de négociation pour les huileries et favorise la chute structurelle du prix de l'huile à la production. Outre la nécessité que les huileries s'associent sur le plan commercial, les experts ont jugé prioritaire d'entreprendre des recherches pour l'établissement de critères destinés à une plus grande professionnalisation des huileries, en particulier au niveau de leurs fonctions commerciales, compte tenu de l'absence de véritables cadres et agents commerciaux dans de nombreuses coopératives :

“Il y a un autre problème: l'huilerie n'est plus la seule à vendre de l'huile. L'agriculteur demande à l'huilerie de vendre son huile, ce qui multiplie le nombre de vendeurs. De même, le calendrier des ventes n'est pas rationnel. L'huile est vendue à n'importe quel moment et pour n'importe quelle raison - pour un mariage, une fête de village, etc. - mais jamais en fonction de critères professionnels de vente”.

Les experts ont réfléchi au type d'organisation le plus indiqué pour améliorer la structure productive et commerciale du secteur. Ils ont ainsi proposé de promouvoir la concentration de *coopératives* dans des unités plus grandes de premier niveau, ce qui permettrait d'améliorer le niveau de professionnalisation des employés. De nombreuses municipalités comptent plusieurs coopératives. Le fait de les regrouper à l'échelle municipale permettrait une réduction importante des coûts de production et une concentration supérieure de l'offre.

L'autre facteur qui limite gravement la capacité entrepreneuriale des coopératives est, selon les spécialistes, le principe de «un homme, un vote». Le petit agriculteur à temps partiel ne peut pas jouer le même rôle que l'agriculteur professionnel qui vit de son exploitation. Les coopératives répondent fréquemment à des dynamiques sociales qui ne s'expliquent pas par une simple recherche de rentabilité économique (Ruiz, 2006). C'est la raison pour laquelle il est proposé d'étudier les mécanismes sociologiques, économiques et anthropologiques qui conditionnent la dynamique interne des coopératives et de diffuser les résultats de ces études.

Les *coopératives de deuxième degré* sont un instrument pour la commercialisation en commun des coopératives de premier degré. Toutefois, les participants n'ont pas atteint de consensus sur le rôle que celles-ci pourraient être amenées à jouer. Certains experts ont considéré qu'il était positif d'encourager leur création, alors que

d'autres ont jugé préférable d'encourager préalablement les structures de premier degré ayant une dimension et une professionnalisation suffisantes.



Figure 10 : Recommandations stratégiques sur l'organisation au sein de l'entreprise oléicole, les huileries et les coopératives

Certification de qualité et désignations d'origine

Les experts ont rappelé que la différenciation du produit n'était pas donnée par le producteur mais qu'il s'agissait d'une notion présente dans l'esprit du consommateur. En particulier, les stratégies de *certification de la qualité différentielle*, comme sont les dénominations d'origine protégée (DOP), l'oléiculture écologique ou la production intégrée entre autres, devraient être davantage orientées vers la demande, ce qui n'a pas été suffisamment le cas en Espagne. Le débat général sur la différenciation de l'huile a permis d'observer que la segmentation était trop prononcée par rapport à la capacité des consommateurs de reconnaître et de valoriser les qualités distinctives d'une huile :

“L'écologique est un élément de différenciation? Sans doute. La DOP est un élément de différenciation? Oui. La production intégrée est un élément de différenciation? Parfois. On pense aux attributs de différenciation comme s'ils s'adressaient à nous-mêmes (experts et consommateurs) mais nous représentons un segment de marché très minoritaire. Le succès d'une stratégie de différenciation dépend essentiellement de la demande, pas de l'offre.”

En premier lieu, les experts ont suggéré la réalisation d'une étude des attributs de différenciation de l'huile d'olive liés à l'environnement et des niches et segments qui demandent ce type de produits : c'est le cas potentiel des segments de l'huile biologique et de production intégrée¹⁷, bien que les consommateurs connaissent à peine cette distinction.

La Figure 10 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur les coopératives et l'organisation entrepreneuriale de l'industrie des huileries.

En deuxième lieu, l'étiquette de dénomination d'origine est considérée par les consommateurs comme une garantie de qualité sensorielle, même si cela ne signifie pas forcément que les règlements imposent des limites de qualité plus exigeantes que celles applicables à la catégorie vierge extra, ce qui est le cas de certaines DOP. Au cours des dernières années, on a pu observer une multiplication rapide des DOP d'huiles d'olive en Espagne, surtout à partir de l'année 2000 : en 2014 on comptait 28 DOP reconnues. Les experts ont analysé les facteurs qui conditionnent et limitent l'efficacité du modèle espagnol actuel des DOP d'huile d'olive. De nombreuses dénominations ne deviennent pas un instrument d'intégration et de promotion commerciale et à ce titre, les oléiculteurs qui attendent des bénéfices plus immédiats peuvent considérer leur appartenance à une DOP comme une dépense inutile. Bien que le consommateur ait une perception positive du facteur “origine”, la notoriété de l'huile en DOP ne parvient pas à décoller :

“Dans différentes enquêtes sur la consommation d'huile d'olive, le facteur “origine” obtient systématiquement entre 3 et 4 points de plus que le facteur “DOP”, celle-ci étant classée parmi les derniers éléments.”

En ce qui concerne les résultats obtenus par les DOP, les experts ont souligné leur rôle dans la sensibilisation du producteur et du consommateur à la qualité de l'huile, ce qui a eu des effets positifs indirects pour l'ensemble du secteur. Ils ont également reconnu que l'un des effets les plus intéressants de l'activité institutionnelle des DOP avait été d'encourager les organisa-

¹⁷ Voir point consacré à l'oléiculture biologique, à la production intégrée et à la biodiversité

tions interprofessionnelles oléicoles à l'échelle locale, ce qui s'est avéré particulièrement efficace dans les zones défavorisées où il n'existait auparavant aucune institution capable de catalyser le développement oléicole local¹⁸. À cet égard, il a été suggéré d'encourager l'analyse des facteurs socio-économiques et culturels qui favorisent l'unification du secteur local de la production et de la distribution sur la base d'expériences positives. De même, les experts ont suggéré d'identifier

les caractéristiques des huiles d'olive en DOP à utiliser dans les stratégies de marketing et d'étudier les modalités d'intégration de ces attributs dans la promotion du territoire dans son ensemble.

La Figure 11 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur la certification de la qualité et les dénominations d'origine, et ceux analysés dans le prochain point.

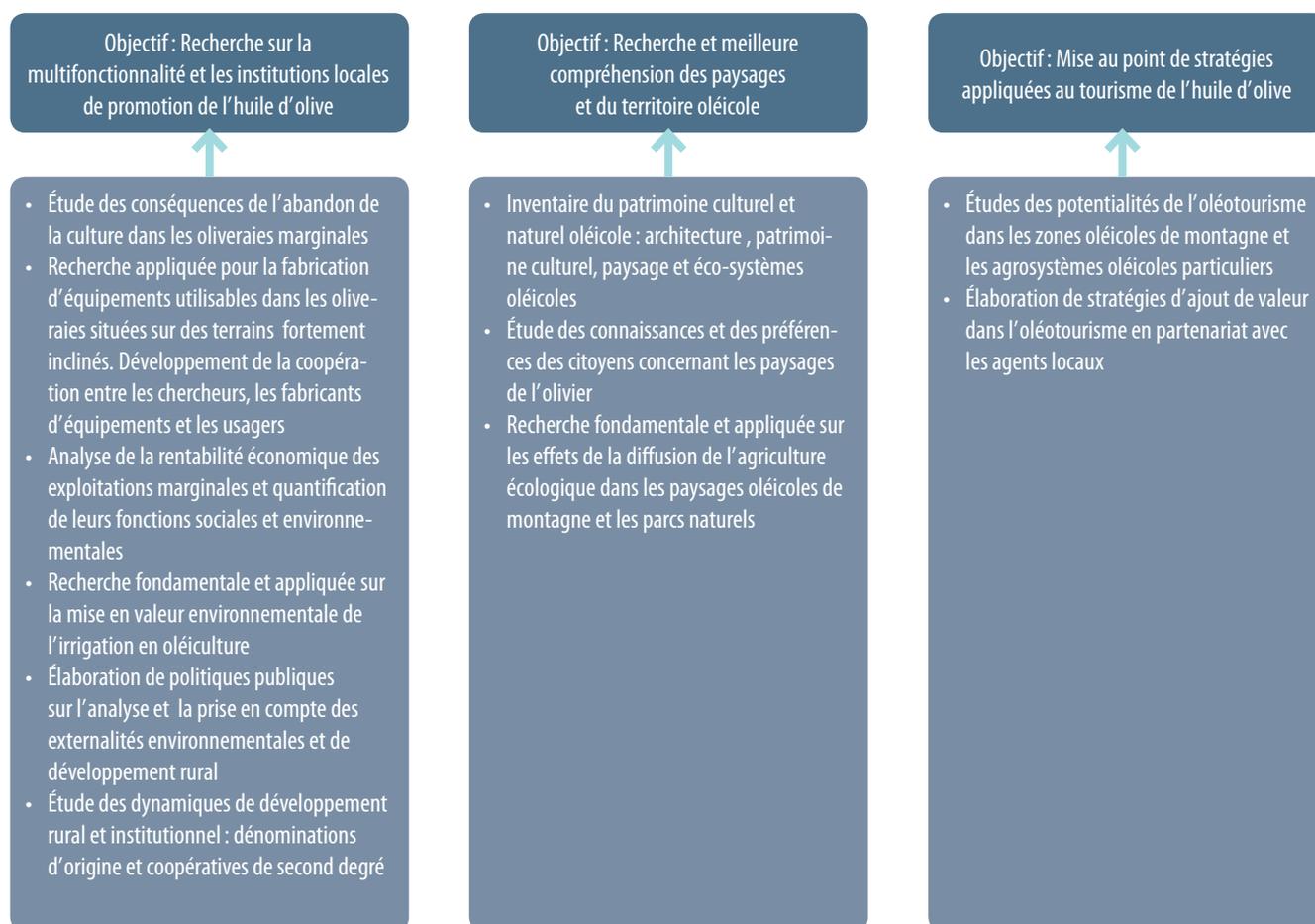


Figure 11 : Recommandations stratégiques sur la certification de la qualité, les dénominations d'origine, la multifonctionnalité et les paysages oléicoles

Multifonctionnalité et paysages de l'olivier

L'analyse de la *multifonctionnalité* de l'olivier et de l'huile d'olive, qui a occupé une place importante dans les débats du groupe, peut avoir des implications appréciables en matière de politiques publiques¹⁹. À cet égard, le groupe est convenu que les territoires qui ont le plus besoin de faire l'objet des politiques publiques sont les systèmes locaux de production des oliveraies

de montagne à faible rendement, en tant que producteurs de biens publics. Il s'agit en effet d'oliveraies marginales qui n'ont aucune possibilité de se transformer pour adopter un système d'irrigation et qui sont soumises à de sérieuses restrictions en matière de rentabilité en raison du milieu physique. Près d'un tiers de la superficie oléicole espagnole (800 000 ha) correspond à ce type d'oliveraie, selon les experts.

¹⁸ Parmi les recherches sur l'activité interprofessionnelle et institutionnelle des DOP de l'huile d'olive en Espagne, on citera : Coq *et al.* (2014), Sanz-Cañada (2009) et Sanz-Cañada et Macías-Vázquez (2005).

¹⁹ Au sujet des politiques territoriales et environnementales, les experts ont recommandé d'actualiser chaque année, dans le cas de l'Andalousie, l'étude intitulée "El Olivar Andaluz" (*L'oliveraie andalouse*) (Junta de Andalucía, 2003), et de la reproduire à l'échelle nationale. Cette étude quantifie et exprime à l'échelle territoriale toute une série de variables par types de systèmes de culture de l'olivier : caractéristiques du milieu physique, structures agricoles, niveaux de productivité, etc. Il s'agit d'une information très utile pour l'élaboration de politiques.

L'olivieraie de montagne, considérée comme productrice de biens publics, satisfait des fonctions appréciées par la société en matière de paysage, d'environnement, de biodiversité, d'occupation de l'espace, de frein à l'exode rural, de complément de revenus, etc. Si elle répond à une certaine conditionnalité environnementale et de développement durable, cette olivieraie a une légitimité sociale et peut être financée par des politiques publiques. Il est difficile que l'olivieraie marginale concurrence au niveau des prix les nouvelles productions intensives et super intensives qui se développent à l'échelle mondiale.

En conséquence de cette problématique, il a été envisagé d'encourager la recherche appliquée sur l'évaluation du degré de marginalité physique de l'olivieraie espagnole. Guzmán Alvarez (2004) a conclu qu'un cinquième de l'olivieraie andalouse pouvait être considérée comme olivieraie marginale (200 000 ha), selon des critères de marginalité physiques inhérents à l'inclinaison du terrain et au type de sol. Toutefois, l'absence d'une évaluation de la marginalité physique et économique portant sur l'ensemble du territoire oléicole espagnol constitue un obstacle pour la mise en place de politiques multifonctionnelles.

À ce sujet, il a été fait référence à l'importance des recherches sur les seuils de rentabilité à partir desquels peut se produire l'abandon des exploitations dans différentes zones oléicoles, en fonction des caractéristiques du milieu physique, du rendement, des structures agricoles, du degré de soutien des politiques publiques, etc. Autre question importante pour la recherche : l'identification des alternatives environnementales et économiques qui nécessitent d'être encouragées pour les oliveraies les plus susceptibles d'être abandonnées.

Il a également été jugé opportun de mettre en œuvre un programme de R+D+i destiné à l'évaluation et à la hiérarchisation des fonctions de l'olivieraie en tant que bien public²⁰, et de déterminer quel type de conditionnalité établir pour l'olivieraie de faible rendement :

“Quels sont les arguments à prendre en compte pour résoudre le problème des oliveraies marginales? D'un côté, des arguments émotionnels et des critères esthétiques liés au paysage, de l'autre, des arguments sociaux et démographiques et, enfin, le fait de considérer ces oliveraies comme des biens publics sur le plan environnemental. Quels sont réellement les biens publics qu'offrent ces oliveraies? C'est sur ce point que devrait se concentrer la recherche.”

Dans le cas des oliveraies plus marginales, on a pourtant observé une certaine réticence face à l'opportunité d'employer des fonds publics pour rémunérer la réduction des externalités environnementales négatives. Les experts ont proposé de transformer certaines oliveraies marginales en pâturages :

“Une reconversion importante de l'olivieraie s'impose, les plantations devant être modernisées dans beaucoup d'endroits. En même temps, il faut reconnaître que dans de nombreuses zones, l'olivieraie n'a pas de sens. La meilleure solution pour ces oliveraies est de les laisser redevenir des pâturages, ce qu'elles n'auraient jamais dû cesser d'être.”

Enfin, certains spécialistes ont suggéré que les politiques publiques environnementales s'appliquent non seulement à l'olivieraie sur des terrains en pente mais également, dans la mesure du possible, à l'olivieraie dont les rendements en régime pluvial restent moyens, à savoir la typologie d'olivieraie la plus fréquente en Espagne : 1 200 000 ha, selon les experts.

D'autre part, l'oléotourisme et les stratégies locales de qualité différentielle peuvent donner lieu à des synergies dans la promotion des intangibles du territoire et constituer une source complémentaire de revenus. Les experts ont mentionné la perte d'un patrimoine architectural important, notamment de fermes qui ont été dans le passé des modèles d'architecture rurale et qui pourraient avoir un rôle majeur dans le développement de l'oléotourisme.

La Figure 11 montre les résultats du workshop de participation stratégique sur les thèmes de multifonctionnalité et de paysages de l'olivier.

Considérations finales

La recherche progressive d'un certain niveau de consensus entre les experts, non seulement sur le plan de l'interaction dans le dialogue mais également dans la formulation de recommandations stratégiques, était un principe établi dès le début au sein des groupes d'experts.

À partir d'une perspective transversale des différents domaines abordés, un premier consensus s'est dégagé sur l'existence d'un déficit généralisé d'actions de

²⁰ Parmi les travaux de recherche menés récemment sur les fonctions des systèmes oléicoles locaux comme biens publics, on citera : Arriaza et Nekhay (2010), Carmona-Torres et al. (2014), Gómez-Limón (2010), Parra-López et al. (2004) et Pérez y Pérez et al. (2013).

transfert d'innovations et de connaissances de la part du système national de R+D+i aux entreprises et aux agriculteurs. Dans de nombreux domaines, l'urgence de réaliser des actions de transfert est supérieure, en règle générale, à celle de mener des activités de recherche au sens strict du terme. Cela est également le cas lorsque sont abordées les questions relatives à la correction des externalités environnementales dans l'oléiculture et dans les huileries, au comportement du consommateur, aux pratiques de qualité ou aux innovations dans les techniques de transformation industrielle notamment. C'est le système national qui devra veiller au développement futur de l'oléiculture, en particulier eu égard à la faible propension des entreprises espagnoles à demander et à adopter des innovations.

De même, les experts sont convenus de la nécessité d'aborder les activités de R+D+i sur un plan interdisciplinaire et transdisciplinaire où interviendraient des chercheurs de différentes spécialités. Les problèmes que doit résoudre le système national sont caractérisés par une complexité croissante, notamment dans les domaines de la qualité, de la sécurité alimentaire, de la durabilité ou de la multifonctionnalité. En réalité, ce sont les actions de caractère disciplinaire qui ont prédominé jusqu'à présent. Les experts ont constaté la nécessité de compléter l'approche disciplinaire et longitudinale retenue dans ce travail par une analyse interdisciplinaire. C'est la raison pour laquelle la séquence consacrée aux méthodes de recherche sociale a conduit à la réalisation d'une troisième phase²¹ basée sur l'interrelation de caractère transversal et transdisciplinaire entre les connaissances techniques (agronomiques, oléotechniques, écologiques, etc.) et les sciences sociales²².

Les experts ont également souligné l'urgence d'adopter une approche territorialisée dans la résolution des problèmes environnementaux et de développement rural : les programmes de transfert et la recherche appliquée doivent tenir compte d'une part de l'hétérogénéité agro-environnementale et de la diversité des pratiques culturelles, et d'autre part du degré élevé de diversité du milieu socio-économique, culturel et institutionnel de la géographie oléicole nationale.

En conclusion, les experts ont rappelé l'importance d'entreprendre des recherches transdisciplinaires pour la résolution de problèmes complexes, dans le cadre d'un processus interactif de recherche où interviennent des chercheurs et des experts de disciplines

très diverses, dans le but d'identifier les principaux problèmes du secteur oléicole et d'offrir des solutions qui répondent à ses nécessités de durabilité. Les pratiques développées et les principes sur lesquels elles reposent s'inscrivent dans ce que Lang *et al.* (2012) ont appelé *science durable*. Le résultat de ce processus s'est matérialisé par un consensus sur la nécessité d'encourager les politiques et les programmes de R+D+i consacrés au secteur oléicole espagnol pour que la position de leader à l'échelle internationale de l'Espagne ne soit pas seulement associée au domaine de la recherche mais également au transfert des connaissances. En outre, le contexte d'évolution de la structure de la chaîne oléicole et de la consommation et la nouvelle orientation de la PAC 2014/20 exigent un effort particulier dans l'élaboration par différents groupes de recherche et par des chercheurs issus de disciplines différentes, de programmes adaptés à la fragmentation excessive qui caractérise actuellement le secteur. Cela permettra de contribuer à la résolution de problèmes complexes, sachant que le succès de cette démarche dépend de la contribution au processus de prise de décisions de la communauté scientifique, des acteurs du secteur et des institutions concernées par le développement territorial.

BIBLIOGRAPHIE

- Alba Mendoza J., 2008. *Aceite de oliva virgen: análisis sensorial*. Madrid: Ed. Agrícola Española.
- Aparicio R., Harwood J., 2003. *Manual del aceite de oliva*. Madrid: A. Madrid Vicente.
- Arriaza M., Nekhay O., 2010. Evaluación social multicriterio del territorio agrícola: el caso del olivar de baja producción, *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 226: 39-65.
- Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. (Eds.), 2008. *El cultivo del olivo*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.
- Carmona-Torres C., Parra-López C., Hinojosa-Rodríguez A., Sayadi S., 2014. Farm-level multifunctionality associated with farming techniques in olive growing: An integrated approach. *Agricultural Systems*, 127: 97-114.
- Civantos L., 2008. *Obtención del aceite de oliva virgen*. Madrid: Ed. Agrícola Española.
- Coq-Huelva D., Sanz-Cañada J., Sánchez-Escobar F., 2014. Conventions, Commodity Chains and Local Food Systems: Olive Oil Production in "Sierra de

²¹ Voir Figure 1.

²² La méthodologie de la troisième phase consistait en deux analyses Delphi réalisées par un grand nombre d'experts (85 au total) sur deux grandes thématiques transversales et interdisciplinaires : i) chaîne de valeur, qualité, sécurité alimentaire et consommation (au niveau des chaînes alimentaires ; et ii) durabilité, territoire et développement rural (sur le plan du territoire et de l'environnement).

Segura” (Spain), *Geoforum*, 56: 6-16

Gómez Calero JA. (Ed.). *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía, 2010.

Gómez-Limón J.A., 2010. Evaluación de la sostenibilidad del olivar en Andalucía: una propuesta metodológica, *Cuides*, 5: 95-140.

Greenbaum T.L., 1999. *Moderating focus groups: A practical guide for group facilitation*. Thousands Oaks, USA: Sage Pubs.

Guzmán Casado G. (Ed.), 2011 *El olivar ecológico*. Sevilla: Junta de Andalucía y Ed. Mundi-Prensa.

Guzmán-Alvarez J.R., 2004. *Geografía de los paisajes del olivar andaluz*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Jiménez Herrera B., Carpio Dueñas A., 2008. *La cata de aceites. Aceite de oliva virgen. Características organolépticas y análisis sensorial*. Sevilla: Junta de Andalucía

Johnson R.B., Onwuegbuzie A.J., Turner L.A., 2007. Toward a definition of mixed methods research, *Journal of Mixed Methods Research*, 1 (2), 112-133.

Junta de Andalucía, 2003. *El olivar andaluz*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Junta de Andalucía, 2010. *Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Lang D.J. et al, 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges, *Sustainability Science*, 7 (Suppl. 1): 25-43.

López-Miranda J. et al, 2010. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008, *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 20 (4): 284-294.

Mercado-Blanco J., López-Escudero F.J., 2012. Verticillium wilt of olive and its control: The heat is on, *Plant and Soil*, 355(1-2): 17-21.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), 2013. *Datos de las DOP e IGP de productos agroalimentarios: 2012*. Madrid: MAGRAMA.

Oakley P., 1991. *Projects with people: the practice of participation in rural development*. Geneva: International Labour Organization.

Pajarón M., 2007. *El olivar ecológico*. Eds. La Fertilidad de la Tierra y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Parra-López C., Calatrava-Requena J., de Haro-Giménez T., 2004. *Análisis multifuncional de sistemas agrarios: aplicación del método del proceso analítico jerárquico al olivar de producción convencional, ecológica e integrada en Andalucía*. Málaga: Fundación Unicaja y Analistas Económicos de Andalucía.

Parras Rosa M., Muñoz Guarasa (Eds.), 2010. Oleicultura en proceso de cambio: retos y oportunidades, *Revista de Estudios Empresariales*, 2010 (1), número

especial: 1-216.

Pérez y Pérez L., Egea P., Sanz-Cañada J., 2013. Valoración de externalidades territoriales en denominaciones de origen de aceite de oliva mediante técnicas de Proceso Analítico de Red, *ITEA*, 109 (2): 239-262.

Quiles J.L., Ramírez-Tortosa M.C., Yaqoob P, 2006. *Olive Oil & Health*. Oxfordshire, UK: CABI.

Rallo L (Ed.), 2004. *Variedades de olivo en España*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

Rodríguez-Cohard J.C., Parras Rosa M., 2012. Los canales de comercialización de los aceites de oliva españoles, *Cuadernos de Estudios Agroalimentarios*, 4: 93-102.

Rodríguez-Lizana A., Ordóñez-Fernández R., Gil-Ribes J. (Eds.), 2007. *Cubiertas vegetales en olivar*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Ruiz C., 2006. Disfunciones en el gobierno de las sociedades cooperativas agrarias: el caso de las almazaras cooperativas, *Revista Vasca de Economía Social*, 2: 73-103.

Saavedra M., Pastor M., 2002. *Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas*. Madrid: Ed. Agrícola Española.

Sánchez-Quesada C., López-Biedma A., Warleta F., Campos M., Beltrán G., Gaforio J.J., 2013. Bioactive Properties of the main triterpenes found in olives, virgin olive oil, and leaves of *olea europaea*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (50): 12173-12182.

Sanz-Cañada J., 2009. Les appellations d'origine protégée d'huile d'olive en Espagne, *Options Méditerranéennes A*, 89: 237-254.

Sanz-Cañada J., Hervás-Fernández I., Sánchez-Escobar F., Coq-Huelva D., 2012 a. *Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y prioridades de I+D+i*. Madrid: ALENTA, Plataforma Tecnológica del Olivar. <http://hdl.handle.net/10261/51799>

Sanz-Cañada J., Coq Huelva D., Sánchez-Escobar F., Hervás-Fernández I., 2012 b. Environmental and territorial problems of the Spanish olive oil sector and priorities for research and innovation: a Delphi analysis; en Arfini, F, Mancini, MC & Donati, M (Eds.) “*Local Agri-Food Systems in a Global World: market, social and environmental challenges*”. Newcastle-upon-Tyme, UK: Cambridge Scholars Pub.: 173-193.

Sanz-Cañada J., Macías-Vázquez A., 2005. Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: protected designations of origin of olive oil in Spain, *Journal of Rural Studies*, 21: 475-486.

Sayadi S., Ruiz Avilés P., Vázquez Cobo A., 2012. Prioridades de I+ D en el sistema agroalimentario andaluz: especial referencia a su complejo olivarero-oleícola, *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 233: 129-178.

Schnelle W., Stoltz I., 1987. *The metaplan method: Communication tools for planning learning groups*. Goethestrasse, Germany: Metaplan Series, vol. 7.

Teddlie C., Tashakkori A., 2009. *Foundations of Mixed Methods Research: Integrating Quantitative and Qualitative Approaches in the Social and Behavioral Sciences*. Los Angeles, USA: Sage Pubs.

Uceda M., Hermoso M., Aguilera M.P., 2008. La calidad del aceite de oliva; en Barranco D, Fernández-Escobar R, Rallo L (Eds.) "*El cultivo del olivo*". Madrid: Junta de Andalucía y Eds. Mundi-Prensa: 699-727.

Uceda M., Mazzucchelli I., Aguilera M.P., 2010. *Manual de cata y maridaje del aceite de oliva*. Córdoba: Ed. Almuzara



Príncipe de Vergara, 154.
28002 Madrid, Spain
Tel.: 34-915 903 638
Fax: 34-915 631 263

E-mail: iooc@internationaloliveoil.org

www.internationaloliveoil.org