



HAL
open science

L'infestation par *Solanum elaeagnifolium* menace l'Algérie.

Zouleykha Adjim, Choukry Kazi Tani

► **To cite this version:**

Zouleykha Adjim, Choukry Kazi Tani. L'infestation par *Solanum elaeagnifolium* menace l'Algérie..
Revue d'Écologie, 2018, 73 (4), pp.569-581. hal-03532871

HAL Id: hal-03532871

<https://hal.science/hal-03532871>

Submitted on 18 Jan 2022

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

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

L'INFESTATION PAR *SOLANUM ELAEAGNIFOLIUM* MENACE L'ALGÉRIE.

ADJIM Zouleykha¹ & KAZI TANI Choukry²

¹ Université Abou Bekr Belkaïd, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département d'Agronomie, B.P 119, 13000 Tlemcen, Algérie. E-mail: hidayetadjim@gmail.com

² Université Abou Bekr Belkaïd, Faculté de Médecine, Département de Pharmacie, B.P 123, 13000 Tlemcen, Algérie. E-mail: kazi_tc@yahoo.com

SUMMARY.— *Infestation by Solanum elaeagnifolium Cav. threatening Algeria.*— Infestation by *Solanum elaeagnifolium* Cav., 1795 (*Solanaceae*) in Algerian territory was studied through a survey and analysis of its behaviour in different agroecological situations. Results are compared to those obtained in other regions of the world. Since its introduction in the Oran region, the Silverleaf Nightshade, a perennial species native to North America which is both adventitious and ruderal, has an invasive character in disturbed environments, particularly in the agrosystems of the Tell's low plains (several thousands of hectares), the basin of Hodna, and managed to settle in the oases of the northern Sahara (ten hectares or so). A strong sexual and asexual reproductive power, a flowering period spread over seven months, a very long seed life, the absence of biological regulation, the existence of disturbed environments where its high tolerance to stress gives it an advantage, explain largely the success of its development in Algeria. Semi-arid bioclimatic zones with warm to tempered winter as well as subhumid bioclimatic zones with warm winter correspond to its preferred zone, while areas with Saharan climate are not suitable for it.

RÉSUMÉ.— L'infestation de *Solanum elaeagnifolium* Cav., 1795 (*Solanaceae*) en territoire algérien est étudiée au travers d'une enquête et de l'analyse de son comportement dans différentes situations agroécologiques. Les résultats sont comparés à ceux d'autres régions du monde. Depuis son introduction dans la région d'Oran, la Morelle à feuilles de chalef, espèce vivace d'origine nord-américaine à la fois adventice des cultures et rudérale, a un caractère envahissant dans les milieux perturbés, particulièrement les agrosystèmes des basses plaines du Tell (plusieurs milliers d'hectares), le bassin du Hodna, et a réussi à s'installer dans les oasis du Sahara septentrional (une dizaine d'hectares). Un fort pouvoir de reproduction sexuée et asexuée, une période de floraison étalée sur sept mois, une très grande longévité des semences, l'absence de régulation naturelle, l'existence de milieux perturbés où sa forte tolérance aux stress lui confère un avantage, expliquent en grande partie le succès de son développement en Algérie. Les zones à bioclimat semi-aride à hiver tempéré à chaud ainsi que les zones à bioclimat subhumide à hiver chaud correspondent à sa zone de prédilection, alors que les zones à climat saharien ne lui conviennent pas.

Avec ses 1400 espèces, le genre *Solanum* L. dont le principal centre de dispersion se trouve en Amérique du Sud, est de loin le plus important de la famille des *Solanaceae* (Botineau, 2010). Ce genre fait aussi partie des 57 plus grands genres d'Angiospermes ayant plus de 500 espèces et dont la taille importante a justement rendu l'étude taxinomique totale très difficile (Frodin, 2004). La flore algérienne en compte seulement 4 taxons spontanés (Quézel & Santa, 1963). Néanmoins, ce genre a donné pour le bassin méditerranéen beaucoup d'espèces devenues adventices des cultures telles que *Solanum physaloides* Rusby, *S. rostratum* Dunal, *S. sarachoides* Sendtner in Martius, etc. ou qui ont acquis le statut d'invasives telles que *S. chenopodioides* Lam. (Maillet, 1997 ; Weber & Gut, 2005 ; Fried, 2012). Toutes ces espèces sont susceptibles de s'introduire en Algérie.

La Morelle à feuilles de chalef ou Morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav., 1795, code BAYER : SOLEL) est une *Solanaceae* vivace à rhizome originaire d'Amérique tropicale : sud-ouest des États-Unis, nord-est du Mexique et probablement l'Argentine (où elle est déjà une mauvaise herbe envahissante aussi bien dans les milieux cultivés que rudéraux (Roche, 1991 ; Maillet, 1997 ; EPO, 2007). Suite à son introduction, elle a acquis le statut d'adventice exotique

envahissante des milieux rudéraux et agro-pastoraux dans plusieurs pays des quatre continents : Amérique Latine (Uruguay, Paraguay), Eurasie (Espagne, France, Italie, Croatie, Serbie, Macédoine, Grèce, Chypre, Syrie, Palestine, Irak, Arabie Saoudite, Inde, Taiwan, etc.), Afrique (l'ensemble maghrébin et Afrique du Sud), Australie (Mekki, 2006 ; EPPO, 2007 ; Fried, 2012 ; Dobignard & Chatelain, 2013).

Dans le bassin méditerranéen, c'est d'abord au Maroc dans les années 1940 puis immédiatement après en Égypte (1956) et en Israël (1957) que cette espèce a fait son apparition (Tandji *et al.*, 1984). Au Maroc, elle est signalée pour la première fois dans la région de Settat et de là, elle a envahi tout le pays jusqu'à la Basse Moulouya en l'espace d'une trentaine d'années (Tandji *et al.*, 1984 ; Taleb & Bouhache, 2005). La source de première introduction dans ce pays a été identifiée comme étant les semences de coton contaminées (Taleb, 1998). Cependant, l'espèce n'est devenue agronomiquement nuisible (baisse des rendements, dépréciation des récoltes, effet allélopathique notamment) qu'au début des années 1980 (Tahri *et al.*, 1989 ; Taleb & Bouhache, 2005). En Tunisie, la Morelle à feuilles de chalef a été signalée pour la première fois en 1985 dans la région de Kairouan, et actuellement, elle se trouve dans les régions de Sousse, Mahdia, Sidi Bouzid, Sfax et Zaghouane (Mekki, 2006).

En Algérie, l'espèce est signalée pour la première fois en 1999 par l'Institut National de Protection des Végétaux (I.N.P.V) à la wilaya d'Oran, dans les régions d'Es-Senia, El Kerma et Misserghine notamment (Infos Phyto, 2012). Les peuplements déjà importants à cette date laissent supposer que son introduction dans le pays est bien antérieure. En effet, le processus d'invasion étant un phénomène évolutif dans le temps, cette espèce n'a vraisemblablement été signalée qu'au début de sa phase d'émergence au cours de laquelle elle a commencé à prospérer et à se disperser (phase qui fait immédiatement suite à la phase de latence qui s'étale généralement sur 20 à 100 ans, et durant laquelle l'espèce reste discrète et s'acclimate progressivement à son nouvel environnement (Sandlund *et al.*, 1999)). Si l'homme a été le facteur d'introduction de *S. elaeagnifolium* en Algérie, son installation dans de nombreuses régions du pays s'est faite en faveur de la loi de Zohary (1962), soutenue par les observations écologiques, qui veut que ce soient les taxons végétaux provenant d'habitats xériques qui ont la capacité de s'installer dans les milieux plus mésiques et non l'inverse. C'est en faveur de cette même loi que la région Irano-Touranienne, par exemple, a fourni plus de taxons à la région méditerranéenne sous-jacente, que cela n'a été fait dans le sens inverse. Actuellement, l'espèce est en pleine phase d'invasion pendant laquelle ses populations explosent et colonisent progressivement l'ensemble des milieux qui lui sont favorables. La date approximative d'introduction de cette espèce exotique en Algérie doit donc être reculée au moins d'une vingtaine d'années, soit vers 1980, car seul un *terminus ante/post quem* peut être déduit dans de pareilles situations. Parallèlement, en 2013 Véla *et al.* (2013), n'ayant pas connaissance du signalement de l'I.N.P.V, notent la présence de cette espèce en plusieurs stations de l'Est du pays, notamment dans les wilayas de M'Sila et Jijel. En 2014, nous avons noté sa présence à l'extrême nord-est du pays, de la plaine du Seybousse au sud d'Annaba jusqu'aux abords de Souk Ahras. Cette kénophyte a déjà reçu de la part des paysans algériens un nom vernaculaire éloquent : *Echouka*, qui veut dire l'épine, en raison du caractère spinescent de la base des vieilles tiges qui vient compliquer l'opération d'arrachage.

Malgré la gravité de la situation, *S. elaeagnifolium* n'a fait l'objet en Algérie que d'une seule fiche signalétique par les services de l'I.N.P.V (Infos Phyto, 2012), d'une seule thèse de magister (Ouslim, 2013), et de deux publications sur ses capacités germinatives (Adjim & Kazi Tani, 2015 ; M'Sadak & Saad, 2015). Notre objectif ici est de présenter un document dressant un état actuel de l'infestation de ce pays par ce kénophyte et faisant la synthèse des travaux antérieurs, tout en les comparant avec ceux d'autres pays méditerranéens, afin d'orienter de manière optimale les recherches malherbologiques à venir.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'apparition de toute nouvelle espèce dans un pays donné pose fondamentalement cinq problématiques majeures que nous avons tenté de résoudre, pour le cas de *S. elaeagnifolium* en Algérie, en tant que botanistes alpha-taxonomistes :

1. Des problématiques taxinomiques : Est-ce une nouvelle espèce pour la région, pour le pays ou pour la science ? Quels sont ses différents synonymes ? Quelle est sa place au sein de la clé de détermination dichotomique des autres taxons du genre figurant dans la flore de Quézel & Santa (1963) ? La description botanique de *S. elaeagnifolium* ainsi que les photographies et illustrations à l'échelle que nous présentons ici sont basées sur les observations et mesures biométriques (une dizaine de plantules, 100 fleurs, 100 fruits, et 100 graines) faites sur des échantillons frais récoltés lors de nos prospections et confrontées avec la bibliographie disponible (Feinbrun-Dothan, 1978 ; Fenane *et al.*, 2007 ; Fried, 2012).

2. Des problématiques chorologiques : faire correspondre au mieux qu'on peut la distribution réelle de *S. elaeagnifolium* avec sa distribution connue à travers l'acquisition de données sur le terrain (wilayas, secteurs phytogéographiques, tranches altitudinales, variations thermiques du "m", moyenne des températures minimales du mois le plus froid des stations occupées par *S. elaeagnifolium*). Si l'isotherme des *m* a été retenue comme critère cartographique c'est d'une part parce que le facteur thermique est le paramètre climatique fondamental, tous les autres en dépendent directement, d'autre part, tous les bioclimatologues à la suite d'Emberger, Daget, Rivaz-Martínez, Giacobbe et Mitrakos lui accordent une grande signification biologique et écologique. Rappelons aussi que les valeurs de *m* sont directement liées aux altitudes.

3. Des problématiques de la dynamique des populations : apprécier du mieux qu'on peut l'abondance/rareté de *S. elaeagnifolium* ainsi que la dynamique spatio-temporelle de ses populations (état initial, suivi pluriannuel, enquête auprès des agriculteurs). Pour apporter les informations essentielles sur la chorologie, la dynamique, et les variantes thermiques de prédilection de cette exotique envahissante dans un pays aussi vaste que l'Algérie, nous avons découpé la bande tellienne en trois tranches altitudinales :

i. De 0 à 200 m d'altitude où les régions d'El Kerma et de Misserghin dans la wilaya d'Oran ont été régulièrement prospectées à chaque saison.

ii. De 200 à 400 m d'altitude où la région au sud de Mohammadia dans la wilaya de Mascara a été régulièrement prospectée à chaque saison.

iii. De 400 à 600 m d'altitude où la région à l'ouest de Bouchegouf dans la wilaya de Guelma a été prospectée une seule fois au printemps.

4. Des problématiques éthologiques : établir la plupart des traits fonctionnels de *S. elaeagnifolium* (type biologique, cycle biologique, type photosynthétique, mode de dissémination) pour une meilleure compréhension de son écologie fonctionnelle et organiser la lutte. Faute de renseignement précis sur la phénologie de *S. elaeagnifolium* dans la partie saharienne de son aire d'établissement, nous établissons son cycle biologique en Algérie septentrionale (climat méditerranéen) après un suivi *in situ* mensuel, s'étalant sur une année au niveau des parcelles agricoles de Messerghine (Oran).

5. Des problématiques écologiques : cerner au mieux la niche écologique de *S. elaeagnifolium* (celle prenant en compte les seuls facteurs physico-chimiques). Nous avons procédé à l'analyse granulométrique des 20 premiers centimètres du sol des stations où les populations de *S. elaeagnifolium* sont particulièrement denses (Oran, Mostaganem, Annaba).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

DESCRIPTION DE *SOLANUM ELAEAGNIFOLIUM* CAV. (FIG. 1)

Avec l'introduction de *S. elaeagnifolium* Cav., la flore algérienne comporte ainsi 5 espèces de *Solanum*, dont voici la clé d'identification dichotomique des espèces :

1 - Feuilles et tiges à poils étoilés. Plante à épines longues atteignant 15 mm 3

2 - Feuilles et tiges à poils simples, parfois glanduleux. Plante inerme 4

3 - Épines minces, peu nombreuses. Baies de 10-15 mm de diamètre. Feuilles subtentées ou légèrement lobées..... *S. elaeagnifolium* Cav.

= *S. dealbatum* Lindl. = *S. flavidum* Torr. = *S. leprosum* Ortega = *S. roemerianum* Scheele = *S. saponaceum* Hook. = *S. texense* Engelm. & A. Gray

Plante géophyte à rhizome, de 30 à 120 cm de haut, à port érigé, ramifiée vers le haut, canescente, couverte de poils étoilés denses, et présentant des épines brunes particulièrement sur les vieilles tiges lignifiées. Les tiges sont persistantes pendant toute l'année. Les feuilles sont simples, alternes, pétiolées, à limbe oblong, plus ou moins entier. Le limbe des feuilles inférieures est sinué-lobé, vert olive sur la face supérieure et vert argenté sur la face inférieure (rappelant le limbe d'*Elaeagnus*). L'inflorescence se présente en cyme terminale, de 1-5 fleurs. Fleur

hermaphrodite pentamère portée par un pédoncule recourbé. Calice à 5 sépales partiellement soudés, à lobes linéaires-subulés. Corolle à 5 pétales, rotacée, violette, de 2,5 à 5 cm de diamètre (Fig. 2). L'androcée est isostémone, à anthères jaunes, oblongues, déhiscentes par des pores apicaux. Le fruit est une baie globuleuse, jaune, de 8 à 20 mm de diamètre, polysperme, pouvant contenir entre 70 et 170 graines (Fig. 3).

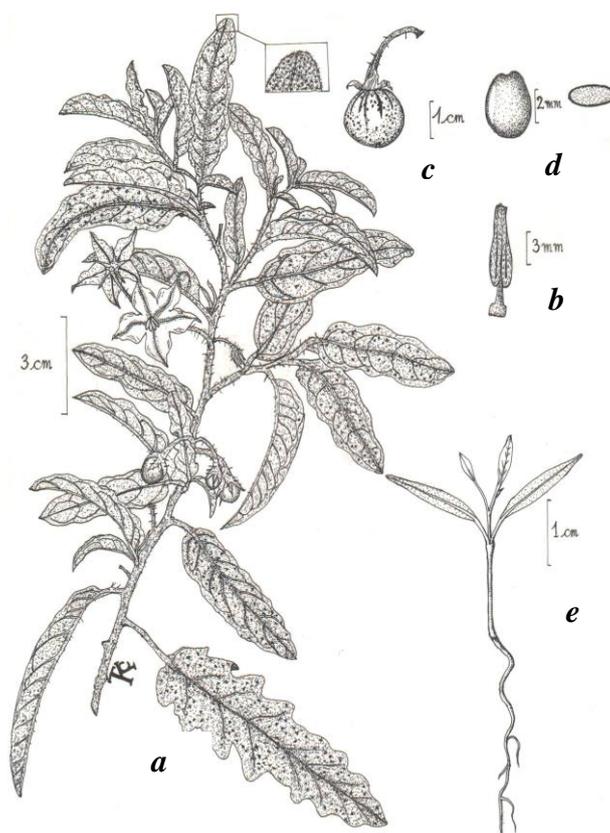


Figure 1.— *Solanum elaeagnifolium* CAV. : a, tige fleurie ; b, anthère ; c, baie ; d, semence (vue ventrale et section) ; e, plantule (Dessin original de C. Kazi Tani).



Figure 2.— Fleur rotacée, pentamère, de couleur violette, à anthères jaunes et à déhiscence poricide (flèche) de *Solanum elaeagnifolium* CAV. (29. III. 2014).



Figure 3.— Baies jaunâtres de *Solanum elaeagnifolium* CAV. qui lui ont valu le nom de Morelle jaune et sections du fruit montrant les graines.

Les graines sont ovoïdes aplaties, de 2,6 à 3,3 mm de diamètre, albuminées. Le poids de 1000 graines est de 300 mg.

Plantules à feuilles cotylédonaire lancéolées, de 14 à 18 mm de long et 3 à 4 mm de large, glabres, parcourues par une nervure médiane bien distincte, avec un pétiole atteignant 4 à 5 mm de long. Les feuilles juvéniles sont alternes, ovoïdes, à bord entier.

3' - Épines grosses, nombreuses. Baies de 20-35 mm de diamètre. Feuilles pennatifides ou pennatiséquées *S. sodomaeum* L.
= *S. linnaeanum* Heeper & P.-M. Jaeger

4 - Plante à tige sarmenteuse, ligneuse à la base. Baies ovoïdes rouges. Feuilles opposées, ovales lancéolées, entières ou trilobées, glabrescentes..... *S. dulcamara* L.

4' - Plante herbacée annuelle. Inflorescence en cymes subombelliformes..... 5

5 - Plante poilue, indument glanduleux. Baies jaunes orangées. *S. villosum* Miller
= *S. nigrum* L. ssp. *villosum* (L.) Ball.

5' - Plante glabrescente, indument non glanduleux. Baies noires *S. nigrum* L.
= *S. nigrum* L. ssp. *eu-nigrum* Rouy

CHOROLOGIE ACTUELLE ET POTENTIELLE EN ALGÉRIE (FIG. 4)

En Algérie méditerranéenne, les populations de *S. elaeagnifolium* sont principalement concentrées dans les bassins agricoles littoraux et sublittoraux (200 m d'altitude moyenne) en climats infra et thermo-méditerranéen où la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) : $m > 3^{\circ}\text{C}$ (les wilayas d'Oran, Aïn Témouchent, Mostaganem, Mascara, Jijel, Annaba), à l'exception des populations récemment installées sur les terrasses alluviales de la basse Seybousse à Annaba et qui remontent cet oued jusqu'à son cours moyen au-delà de Bouchegouf (300 m d'altitude moyenne) dans la wilaya de Guelma, puis continue sa percée en direction du Tell constantinois le long de la R.N 18 pas très loin de Souk Ahras, et sur le bassin de la Hodna (400 m d'altitude moyenne) autour de M'Sila en climat méso-méditerranéen ($0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$) (Fig. 4). La région du Tell nord-occidental qui correspond phytogéographiquement au secteur oranais, sous-secteur des Sahels littoraux et sous-secteur des Plaines littorales, constitue le foyer d'introduction initiale de la Morelle à feuille de chalef car c'est dans la wilaya d'Oran que l'espèce fut déclarée pour la toute première fois en Algérie (Infos Phyto, 2012). Dans ce secteur phytogéographique, *S. elaeagnifolium* se rencontre souvent à l'état de peuplements denses s'étendant sur plusieurs milliers d'hectares, particulièrement dynamiques et agressifs. Ces îlots de populations devraient s'agrandir assez rapidement jusqu'à devenir confluent, avec toutefois l'interruption des biotomes (conditions édaphoclimatiques défavorables) créant des discontinuités au sein de cette aire. Seules des études phylogéographiques comme celles comparant les variations des marqueurs ADN plastidial – sur la base des données des microsatellites chloroplastiques notamment - (Gaskin *et al.*, 2005) pourront confirmer, devant une faible variation génétique au

sein des populations algériennes, si la théorie de la porte d'entrée unique, basée sur le premier témoignage de présence dans le pays, est correcte.

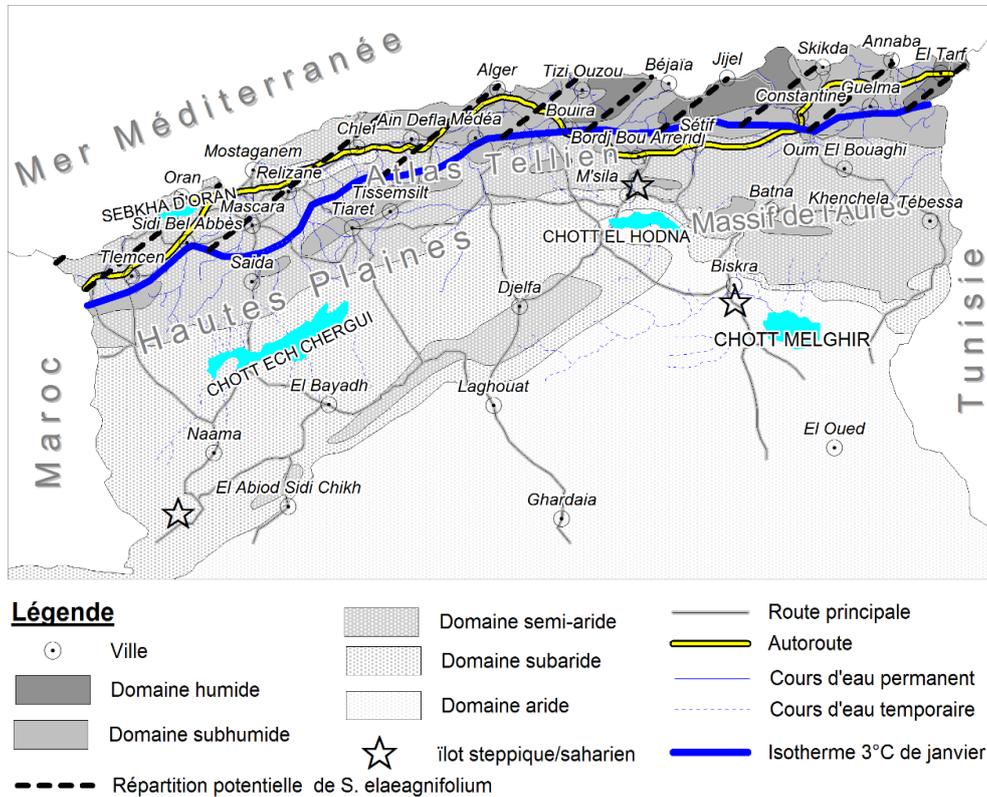


Figure 4.— Carte schématique de répartition potentielle (en hachures) de *S. elaeagnifolium* en Algérie sur fond de domaines bioclimatiques, avec des îlots steppiques et sahariens (étoiles). L'aire de prédilection de la Maurelle à feuilles de chalef en Algérie est délimitée par l'isotherme de $m < 3^{\circ}\text{C}$.

L'exemple de l'envahissement des terrasses de l'oued Seybousse nous rappelle encore une fois le rôle des cours d'eau en tant que corridors biologiques facilitant la progression des espèces invasives profondément en arrière-pays. Au contraire, les populations de Morelle à feuilles de chalef installées dans les terres agricoles de la wilaya d'Oran sont bloquées vers le sud par la grande étendue saline de la Sebkhah d'Oran qui forme un obstacle écologique à leur progression. L'envahissement dans ce cas ne peut être que le fait de l'homme (échange de semences, plants de pépinières, circulation automobile, etc.).

Plus au sud, *S. elaeagnifolium* a déjà investi le secteur phytogéographique du Sahara septentrional, au niveau de deux points, l'un en son sous-secteur occidental (Béchar, à Erg Ferradj : environ 600 m d'altitude) et l'autre en son sous-secteur oriental (palmeraies de Biskra, à El Hadjeb notamment) (Infos Phyto, 2012). Ces deux zones, bien qu'encore confinées sur une dizaine d'hectares, peuvent constituer des avant-postes à partir desquels l'espèce est bien capable de s'étendre vers le chapelet d'oasis sahariennes disposées naturellement dans le sens nord-sud. Ce sont dans tous les cas des situations de compensation où l'espèce n'est pas dans son optimum écologique : *S. elaeagnifolium* nous offre dans ces îlots éloignés par rapport à son aire de prédilection un exemple de translation écologique. Il est probable que ces foyers d'introduction nord-sahariens dateraient d'à partir de 1995, période du début de déploiement des maraîchers des plaines littorales (notamment ceux de Mostaganem, de Mascara et de la Mitidja) vers les oasis du

sud, contraints par le terrorisme islamiste et attirés par la disponibilité des terres agricoles à des prix très intéressants et l'accès facile à l'eau d'irrigation (Imache *et al.*, 2010), et apportant avec eux le matériel végétal et les engins agricoles déjà contaminés.

BIOLOGIE DE *SOLANUM ELAEAGNIFOLIUM* CAV. EN ALGÉRIE

S. elaeagnifolium, différemment des autres kénophytes introduites en Algérie, est une plante en C₃ (Kazi Tani *et al.*, 2012), et présente en Algérie septentrionale (climat méditerranéen), un cycle biologique qui s'étale sur près de 9 mois, articulé en cinq phases (fig. 5) :

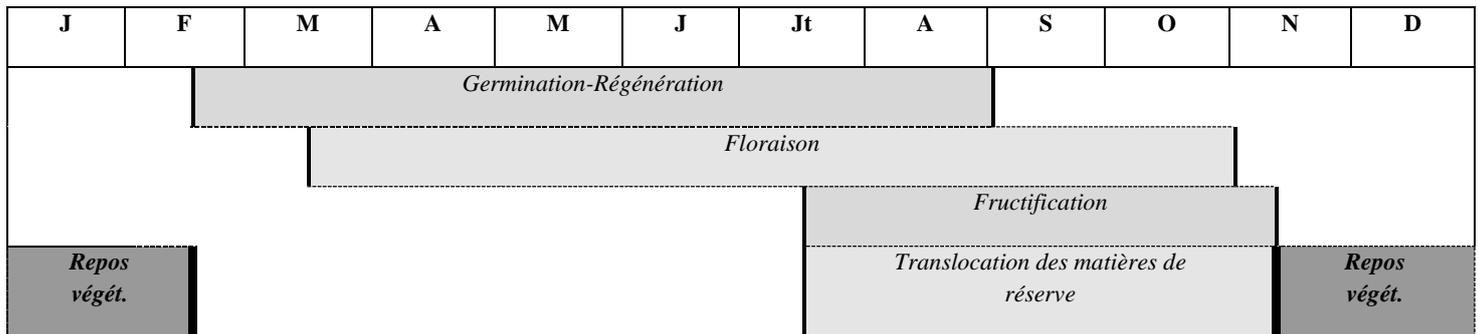


Figure 5.— Cycle biologique de *Solanum elaeagnifolium* en Algérie septentrionale.

a.- La germination débute dès la mi-février et se déroule sur toute la période du printemps (cultures en sec) et de l'été (pour les cultures irriguées et les biotopes humides). Les tests de germination qui ont pu être conduits au laboratoire ont montré que les graines, protégées par un tégument à la fois épais et dur, ne germent qu'après scarification mécanique ou chimique (Adjim & Kazi Tani, 2015). Les graines peuvent rester viables 10 ans dans le sol selon certaines références bibliographiques que nous n'avons pas encore eu la possibilité de vérifier en Algérie (EPPO, 2007). La reproduction sexuée permet de coloniser des habitats libres plus éloignés et de connecter les patches de population les plus isolés. La régénération végétative se fait par drageonnement des rhizomes riches en matière de réserve, et se déroule un peu plus tard, quand le sol se réchauffe suffisamment à partir de fin-mars début avril (Figure 6a). Les drageons ont l'avantage d'occuper plus rapidement et plus efficacement le sol (forte densité locale des modules ou *ramets* – terme anglophone – physiologiquement connectés par des rhizomes hypogéotropes) que ne le font les plantules, et portent en vieillissant de longues épines à la base, qui découragent toute tentative d'extirpation. En formant un front ininterrompu de modules agrégés, qui se propagent lentement et excluant ainsi les autres plantes de leur territoire (stratégie de consolidation), cette espèce clonale présente une stratégie de croissance en phalange (densément rangées à la manière des phalanges romaines) *sensu* Lovett-Doust (1981), performante en termes de capture de l'espace (figure 6 b). Mais il faut noter que la prévalence du mode de multiplication végétative ne promeut pas l'accroissement de la diversité génétique même si des germinations de semences ont été quelquefois observées. Parallèlement, il a aussi été observé chez les espèces se reproduisant végétativement, un taux très élevé d'autopollinisation conduisant vers la monotonie génétique ce qui les rend moins aptes à répondre aux changements environnementaux (Charpentier, 2002). De ce fait, une situation conflictuelle coexiste entre reproduction sexuée et reproduction asexués, un trade-off entre colonisation et consolidation spatiale. Une situation bien similaire à celle d'autres adventices vivaces tel *Oxalis pes-caprae* L. (Castro *et al.*, 2013).

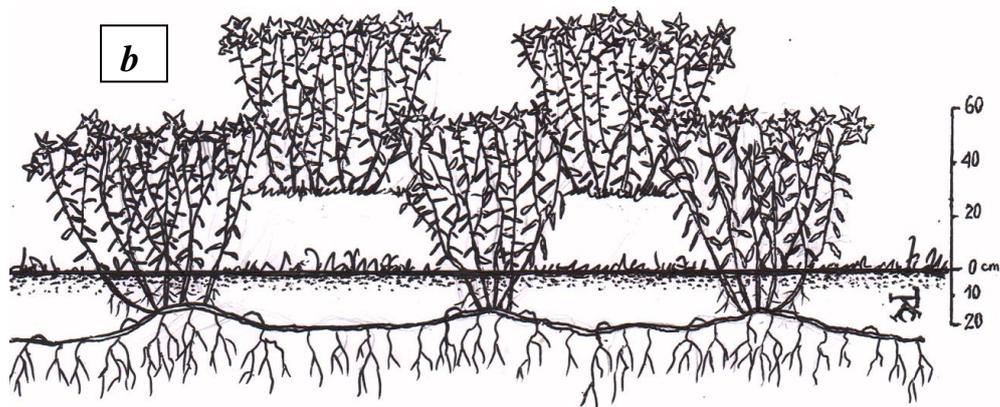


Figure 6.— *a*, jeunes drageons de *S. elaeagnifolium* CAV. mis à nus (25. IX. 2013) ; *b*, illustration du front ininterrompu de modules agrégés se propageant par une stratégie de croissance en phalange.

b.- La floraison commence mi-mars et peut se prolonger jusqu'en octobre. Cette stratégie permet une attraction certaine des insectes pollinisateurs jusque durant les mois d'été et d'automne où les espèces locales en fleurs sont très rares offrant un « marché oligopolistique » en termes de Shmida & Dafni (1989). Cette espèce étant penduliflore, ses fleurs, portant peu d'étamines (au nombre de 5) mais de grande taille et voyantes, sont à l'envers (ce qui évite toute inondation de la corolle et des anthères par les pluies d'automne induisant l'explosion des grains de pollen) et les vibrations provoquées par les Apidés font tomber le pollen, par les pores des anthères. La période de floraison prolongée sur près de sept mois, qui assure une meilleure reproduction, est un attribut biologique majeur en faveur du caractère invasif.

c.- La fructification s'étale de juillet à mi-novembre et se déroule en même temps que la phase de translocation des réserves. Nous avons déjà démontré par ailleurs (Kazi Tani *et al.*, 2012)

que différemment aux kénophytes en C₄, seule l'activité physiologique se prolongeant l'été donne la possibilité aux xénophytes en C₃ de se maintenir dans les parcelles cultivées.

d.- La translocation des matières de réserve hydrocarbonées, depuis la masse foliaire vers le rhizome, débute dès l'été et se poursuit pendant l'automne.

e.- Le repos végétatif se déroule dès que les basses températures nocturnes ($\leq 10^{\circ}\text{C}$) s'installent depuis la fin octobre jusqu'à la mi-novembre, et se manifeste par la mort de toutes les tiges herbacées. Le haut degré de dormance des semences joint à la faiblesse des germinations au champ conduit à l'établissement d'une banque de graines très importante.

En Algérie, la Morelle à feuilles de chalef se reproduit de manière aussi bien sexuée qu'asexuée. Une multiplication végétative vigoureuse et une croissance végétative latérale par les rhizomes facilitent la formation rapide de colonies denses.

ÉCOLOGIE DE *SOLANUM ELAAGNIFOLIUM* CAV. EN ALGÉRIE

Des populations denses de *S. elaeagnifolium* se rencontrent dans les milieux perturbés : bords des routes (figure 7), trottoirs, friches, canaux d'irrigation, berges d'oueds (espèce hydrochore), vergers, vignobles et certaines cultures annuelles. Du fait des activités de transport (dissémination par les bourrasques créées derrière le passage des véhicules automobiles), d'entretien (tolérance à la sécheresse et au fauchage), et d'extension des réseaux routiers, cette espèce est présente le long des voies de communication et se retrouve généralement dans la zone linéaire la plus proche de la route. Tout programme de lutte contre ce kénophyte ne doit pas se limiter aux champs mais traiter également les bords des routes qui comportent souvent des canaux d'irrigation toujours pâturés en automne.



Figure 7.— Denses colonies de *S. elaeagnifolium* CAV. tout au long du bord de la route W. 33 Misserghin-Es Senia (25. IX. 2013).

La Morelle à feuilles de chalef affectionne particulièrement les sols limoneux et argileux des régions de basse altitude (0 à 400m), des bioclimats arides à humides (200 à 1200 mm/an), à hiver chaud à frais. L'ensemble de ces conditions édaphoclimatiques correspond aux régions à

végétation synanthropique d'Algérie méditerranéenne aux zones à *Amnio visnagae-Capnophylletum peregrini* Chevassut & Abdelkrim, 1993. Cette association indique « un sol lourd marneux à niveau d'humidité remarquable ainsi qu'une phénologie post-vernale » (Abdelkrim, 2004). En deçà de 200 mm/an, l'espèce a besoin d'un complément sous forme d'eau d'irrigation des cultures (oasis du sud).

Non dédaignée par les caprins, ovins et bovins (consommation durant la période de soudure ou dans les maigres pâturages), les graines à téguments durs de la Morelle à feuilles de chalef passent le tract digestif des ruminants sans que leur viabilité soit affectée alors que leur capacité de germination s'en trouve accrue (Adjim & Kazi Tani, 2015). L'espèce étant aussi endozoochore, elle est présente au niveau des reposoirs de ruminants d'élevage, et le fumier non composté est une importante source d'infestation pour les parcelles encore épargnées (Fig. 8). La dissémination par ornithochorie signalée par certaines études (EPPO, 2007), bien que tout à fait possible en Algérie (une forte proportion de baies sont maintenues sur pied tout l'automne et jusqu'en début d'hiver, période durant laquelle l'avifaune prépare ses réserves nutritives et où les proies –insectes, arthropodes, reptiles, etc.- se raréfient), n'a été ni rapportée ni directement observée par nous.



Figure 8.— Pieds de *S. elaeagnifolium* CAV. se développant sur un tas de fumier non composté. (El Kerma, Oran – 04. X. 2013).

LES CULTURES INFESTÉES

La Morelle à feuilles de chalef est particulièrement infestante au niveau des cultures annuelles d'été irriguées (maïs, cultures maraîchères) ainsi que des palmeraies bien que des chiffres précis sur les taux d'infestation et de baisse de rendement manquent encore. Les vergers, notamment les agrumeraies et les oliveraies, à cause des multiples interventions mécaniques superficielles qu'ils exigent (sectionnement et dissémination des rhizomes) sont tout aussi infestés. En raison de sa germination printanière et estivale, cette espèce est à développement très réduit au niveau des cultures automnales (céréales d'hiver et légumes secs) ; là, elle réussit mieux dans les cultures clairsemées (céréales d'hiver semées à la volée) ou en lignes (pois chiche semé en lignes et récolté tardivement en été, notamment) (Ouslim, 2013).

CONCLUSIONS

La dynamique de la Morelle à feuilles de chalef en Algérie est dépendante de vecteurs de dispersion liés aux activités humaines (agriculture, élevage, réseau routier, mouvement de terre, friches urbaines, réseaux hydrauliques, etc.). Un fort pouvoir de reproduction aussi bien sexuée qu'asexuée, un réseau clonal à stratégie de type phalange à grande persistance locale et

performante en termes de capture de l'espace, une période de floraison très étalée, une longévité des semences très grande, l'absence de régulation naturelle (compétition, prédation), l'existence de milieux perturbés où sa forte tolérance aux stress (hydrique, désherbage, broutage, etc.) lui confère un avantage, expliquent en grande partie le succès d'infestation de ce kénophyte dans un grand nombre de régions algériennes. La limite de l'aire de prédilection de *S. elaeagnifolium* en Algérie correspond à l'isotherme de $m > 3^{\circ}\text{C}$ comprenant des zones à bioclimat semi-aride à hiver tempéré à chaud au nord-ouest du pays, et des zones à bioclimat subhumide à hiver chaud au nord-est du pays. Quelques poches en bioclimat aride à hiver tempéré sont aussi occupées au sud du pays : ce sont des situations de compensation. C'est la même limite isothermique et les mêmes étages bioclimatiques qui sont occupés par cette espèce au Maroc (Ben-Ghabrit *et al.*, 2016). Cependant, alors qu'en Algérie la tranche altitudinale occupée par cette espèce correspond au 0-600 m, au Maroc, elle est de 0-1466 m qui est la valeur la plus élevée relevée à ce jour à l'échelle internationale (EPPO, 2007 ; Ben-Ghabrit *et al.*, 2016). De ce fait, la Morelle jaune n'a pas encore atteint en Algérie sa pleine expansion territoriale à l'intérieure de son aire de prédilection : elle est encore en phase exponentielle. Par contre, les zones à climat saharien aussi bien au Maroc (Ben-Ghabrit *et al.*, 2016) qu'en Algérie ne semblent pas lui convenir.

En l'espace de près de 45 ans (de 1950 à 1995), ce kénophyte aurait parcouru le Maroc dans le sens diagonal sud-ouest-nord-est, soit les près de 800 km qui séparent la région d'El Bourouj (Province de Settat) positionnée au 32° de latitude Nord 7° Ouest, de la région de Nador positionnée au 35° de latitude Nord 2° Ouest (Taleb & Bouhache, 2005). Il aurait fallu près de 35 ans (de 1980 à 2015) à ce kénophyte pour parcourir l'Algérie dans le sens latitudinal NW-NE et combler les 800 km qui séparent la région d'Oran (1° de longitude Ouest) de la région d'Annaba (8° de longitude Est), en suivant assez fidèlement la ligne de 36° de latitude. À cette date, la bande de terre de 60 km de large, évoluant sur une tranche altitudinale allant de la côte méditerranéenne (l'espèce se rencontre par exemple au front de mer de la ville d'Oran) jusqu'à 400 m d'altitude, lui est déjà acquise, et deux avant-postes situés à plus de 200 km à l'intérieur des terres sont apparus à l'est comme à l'ouest du pays. Seules des méthodes phylogéographiques comme celles comparant les variations des marqueurs ADN plastidial (Gaskin *et al.*, 2005), pourront déterminer avec certitude l'origine des populations algériennes, le sens de leur progression, leur variabilité génétique, et leurs potentialités futures.

La situation des populations de *S. elaeagnifolium* en Algérie est très inquiétante si on la compare avec l'historique de l'invasion du Tell par *Oxalis pes-caprae* L. (*Oxalidaceae*) une géophyte à bulbilles introduite au pays une première fois dans l'algérois dès la première moitié du XIX^{ème} siècle, puis une seconde fois dans l'oranaï à la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, de façon à ce que Ducellier ne notera son caractère invasif dans les cultures du Tell qu'en 1913 (Ducellier, 1913 ; Papini *et al.*, 2017). Il aurait ainsi fallu environ 80 ans pour que ce xénophyte d'introduction polycentrique occupe toute la frange méditerranéenne d'Algérie.

Au Maroc, cette espèce aurait mis, après son introduction accidentelle, près de trente ans pour atteindre « un niveau d'infestation dépassant largement le seuil économique acceptable » (Tahri *et al.*, 1989). En Algérie où cette espèce a été introduite depuis probablement près de 40 ans, aucune mesure sérieuse d'éradication n'a encore été entreprise à son encontre par les autorités et les professionnels. Son temps de séjour joue en faveur de la sélection des populations les mieux adaptées à la stochasticité des facteurs environnementaux, et les plus tolérantes aux travaux culturels appliqués localement par les agriculteurs. Il joue aussi en faveur de la constitution d'un important stock semencier au niveau du sol, contribuant à diminuer les risques d'extinction en agissant comme tampon des incertitudes environnementales, réduisant l'effet de la dérive génétique par la germination de graines produites quelques générations auparavant, mais rendant par contre leur contrôle techniquement plus difficile, et économiquement plus onéreux (Tahri *et al.*, 1989 ; Ellstrand & Elam, 1993).

Actuellement invasive dans douze wilayas d'Algérie, elle pose un problème agronomique majeur tout particulièrement aux agriculteurs d'Oranie, son foyer d'introduction primaire. Seule une stratégie de lutte intégrée sur le long terme (mais avant que les populations disparates ne deviennent confluentes), et pensée au niveau national peut venir à bout de cette exotique envahissante, et ceci en combinant (Ameur & Bouhache, 1997 ; Mekki, 2006 ; Adjim & Kazi Tani, 2015 ; M'Sadak & Saad, 2015) :

- la lutte mécanique à travers le labour profond à moyen, par un cultivateur extirpateur à dents, répété plusieurs fois dans l'année (surtout en été) et durant plusieurs années, immédiatement suivie d'une opération de ramassage/incinération ou enfouissement afin d'épuiser la banque de drageons du sol ;
- la solarisation comme technique hydrothermale de déstockage des sols infestés ainsi que le compostage minutieux et obligatoire du fumier ;
- la lutte culturale en optant des rotations incluant la luzerne (pendant au moins une dizaine d'années) pour son effet allélopathique ;
- l'interdiction de déplacements de terre (comme lors des aménagements routiers ou des marnages) pouvant contenir des morceaux de rhizomes assurant la dispersion ;
- l'interdiction de pâturer dans les terrains infestés.
- Bien que difficile à réaliser dans le contexte environnemental actuel, la lutte chimique à travers l'usage de certains herbicides est une option qui peut être envisagée pour circonscrire les peuplements particulièrement denses des bas-côtés des routes.

REMERCIEMENTS

Il nous est agréable de remercier deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires constructifs sur de précédentes versions de cet article.

RÉFÉRENCES

- ABDELKRIM, H. (2004).— Contribution à l'étude écologique et phytosociologique des adventices des cultures et des jachères dans le secteur phytogéographique de l'algérois (Algérie). *Phytocoenologia*, 34: 287-326.
- ADJIM, Z. & KAZI TANI, C. (2015).— Some effects of temperature on germination of *Solanum elaeagnifolium* Cav., an invasive weed in Algeria. *Glob. J. Agric. & Agric. Sc.*, 3: 236-238.
- AMEUR, A. & BOUHACHE, M. (1997).— Effet de la lutte chimique et mécanique sur la morelle jaune. :Pp 45-52 in: *III^{ème} Congrès de l'A.M.P.P.*, Rabat.
- BEN-GHABRIT, S., BOUHACHE, M., BIROUKA, A. & BON, M.C. (2016).— Historique et caractérisation de l'invasion de la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.# SOLEL) au Maroc. *Rev. Maroc. Protect. Plantes*, 10: 37-56.
- BOTINEAU, M. (2010).— *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Lavoisier, Paris.
- CASTRO, S., FERRERO, V., COSTA, J., JOAO SOUSA, A., CASTRO, M., NAVARRO, L. & LOUREIRO, J. (2013).— Reproductive strategy of the invasive *Oxalis pes-caprae*: distribution patterns of floral morphs, ploidy levels and sexual reproduction. *Biol. Invasions*, 15: 863-875.
- CHARPENTIER, A. (2002).— Consequences of clonal growth for plant matting. *Evol. Ecol.*, 15: 521-530.
- CHEVASSUT, G. & ABDELKRIM, H. (1993, paru en 1995).— Mauvaises herbes des cultures, jachères, friches et prairies naturelles en Algérie : approche phytosociologique. *Doc. Phytosociol.*, NS 15: 309-333.
- DOBIGNARD, A. & CHATELAIN, C. (2013).— *Index synonymique flore d'Afrique du Nord*. Vol. 5. Conservatoire et Jardin Botaniques ville de Genève.
- DUCELLIER, M.L. (1913).— *L'Oxalis cernua en Algérie. Sa destruction*. Imprimerie agricole Montégut, Alger.
- ELLSTRAND, N.C. & ELAM, D.R. (1993).— Population genetic consequences of small population size: implications for conservation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 24: 217-242.
- EPPO (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION) (2007).— *Solanum elaeagnifolium*. *EPPO Bulletin*, 37: 236-245.
- FEINBRUN-DOTHAN, N. (1978).— *Flora Palaestina*. Part Three. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem.

- FENANE, M.M., IBN TATOU, M., OUYAHIA, A. & EL OUALIDI, J. (2007).— *Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires - Volume 2 : Angiospermae (Leguminosae – Lentibulariaceae)*. Travaux de l'Institut Scientifique, Série Botanique, n°38, Rabat.
- FRIED, G. (2012).— *Guide des plantes invasives*. Belin.
- FRODIN, D.G. (2004).— History and concept of big plant genera. *Taxon*, 53: 753-776.
- GASKIN, J.F., ZHANG, D.Y. & BON, M.C (2005).— Invasion of *Lepidium draba* (*Brassicaceae*) in the western United States: distributions and origins of chloroplast DNA haplotypes. *Mol. Ecol.*, 14: 2331-2341.
- IMACHE, A., HARTANI, T., BOUARFA, S. & KUPER, M. (2010).— *La Mitidja 20 ans après. Réalités agricoles aux portes d'Alger*. Alpha, Alger.
- INFO PHYTO (2012).— Bulletin d'information phytosanitaires, n°27, Alger, page 4 (consultable à : http://www.minagri.dz/pdf/BMI/INPV/BULLETTIN_INFO_PHYTO_JUIN_2012.pdf).
- KAZI TANI, C., LE BOURGEOIS, T. & MUNOZ, F. (2012).— Alien versus native weeds present in crops of Oranie (North-West Algeria): a comparative study of their life-history traits. *Flora Mediterranea*, 22: 33-44.
- LOVETT-DOUST, L. (1981).— Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). I. The dynamic of ramets in contrasting habitats. *J. Ecol.*, 69: 743-755.
- MAILLET, J. (1997).— Caractéristiques bionomiques des mauvaises herbes d'origine américaine en France. *Monogr. Jard. Bot.*, 5: 99-120.
- MEKKI, M. (2006).— Potential threat of *Solanum elaeagnifolium* Cav. to the Tunisian fields. In: Proceedings of Invasive plants in Mediterranean type regions of the world, Mèze, 22-25 May 2005. *Environmental Encounters Series*, 59.
- M'SADAK, Y. & SAAD, I. (2015).— Effet des traitements thermiques sur la germination des semences de SOLEL. *J. Fundam. & Appl. Sci.*, 7: 49-66.
- OUSLIM, S. (2013).— *Localisation de la Morelle jaune Solanum elaeagnifolium Cav. dans la région d'Oran. Croissance et interférence avec deux espèces à intérêt agronomique (blé et tomate)*. Thèse de Magister de l'Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie, Oran.
- PAPINI, A., SIGNORINI, M.A., FOGGI, B., DELLA GIOVAMPAOLA, E., ONGARO, L., VIVONA, L., SANTOSSUOSSO, U., TANI, C. & BRUSCHI, P. (2017).— History vs. legend : Retracing invasion and spread of *Oxalis pes-caprae* L. in Europe and the Mediterranean area. *PLoS ONE* 12 (12): 1-18: e0190237. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190237>
- QUÉZEL, P. & SANTA, S. (1963).— *Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales*. Tome 2. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- ROCHE, C. (1991).— Silverleaf Nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). *Pacific Northwest Extension Publication*, 365.
- SANDBLUND, O.T., SCHEI, P.J. & VILKEN, A. (1999).— *Invasive species and biodiversity management*. Kluwer Academic, Boston.
- SHMIDA, A. & DAFNI, A. (1989).— Blooming strategies, flower size and advertising in the Lily group geophytes in Israel. *Herbertia*, 45: 111-123.
- TAHRI, M., BOUHACHE, M. & BOULET, C. (1989).— Stocks grainiers de *Solanum elaeagnifolium* Cav. dans les sols du Tadla : importance et répartition verticale. *Actes Inst. Agron. Vét.*, 9 (3 & 4): 45-50.
- TALEB, A. (1998).— Monographie de la Morelle jaune. *Revue de Malherbologie*, 2: 2-3.
- TALEB, A. & BOUHACHE, M. (2005).— État actuel de nos connaissances sur les plantes envahissantes du Maroc. In: Proceedings of Invasive plants in Mediterranean type regions of the world, Mèze, 22-25 May 2005. *Environmental Encounters Series*, 59: 99-108.
- TANJI, A., BOULET, C. & HAMMOUMI, M. (1984).— Contribution à l'étude de la biologie de *Solanum elaeagnifolium* Cav., adventice des cultures dans le périmètre irrigué du Tadla. *Weed Res.*, 24: 401-409.
- WEBER, E. & GUT, D. (2005).— A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agron. Sustain. Dev.*, 25: 109-121.
- VÉLA, E., REBBAS, K., MEDOUR, R. & DE BÉLAIR, G. (2013).— Note sur quelques xénophytes nouveaux pour l'Algérie (et la Tunisie). Addenda – Notes Xénophytes. In: A. Dobignard & C. Chatelain (eds). *Index synonymique flore d'Afrique du Nord*. Vol. 5. Conservatoire et Jardin Botaniques, ville de Genève.
- ZOHARY, M. (1962).— *Plant life in Palestine*. Ronald Press, New York.