

EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE GERMINATION OF SEEDS SOEL

Y. M'Sadak* and I. Saad

Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel
Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie

Received: 03 July 2014 / Accepted: 22 December / Published online: 15 January 2015

ABSTRACT

The object of this work was to study the effect of thermal treatments (in the oven and in the compost) on the seed germination SOEL. The laboratory evaluation on the treatment in the oven berries at two temperatures (50°C and 60°C) for three exposure time (one day, two days and three days) gave a germination rate zero for 60°C for an exposure time of one day. The spatio-temporal thermal monitoring of forestry compost windrow which was introduced to deal with berries SOEL showed a substantially homogeneous distribution of the temperature rising to 60°C and even longer swath stretching and used for a time period of 5 consecutive days. The germination rate was zero for all fruit seeds treated before the first reversal fact, regardless of the depth and location of the windrow considered that the berries were introduced. Thus, composting can be a solution to prevent the spread of SOEL by seed.

Keywords: Seed of SOEL; Treatment in an oven; Composting sylvicole; Monitoring spatio-temporal; Rate of germination.

1. INTRODUCTION

La morelle jaune ou *solanum elaeagnifolium Cav.* (SOEL) est une Plante Exotique Envahissante (PEE) originaire du Continent Américain. Naturalisée dans plusieurs pays du monde, elle constitue une menace sérieuse pour la biodiversité. Elle est établie dans les pays de l'Afrique du Nord (Maroc, Tunisie et Algérie) depuis longtemps.

Author Correspondence, e-mail: msadak.youssef@yahoo.fr

Tel.: +21673 327 546; fax: +216 73 327 591

[ICID: 1131855](#)

Au Maroc, elle est devenue très redoutable en agriculture. La dissémination des graines de SOEL par divers agents (fumier ovin, matériel agricole, plants en mottes, paille, vent, eau d'irrigation) a élargi le secteur de propagation de la plante [1]. En Tunisie, SOEL a été signalée pour la première fois en 1985, dans la délégation de Sbikha du gouvernorat de Kairouan, véritable carrefour qui relie plusieurs régions du pays [2]. En 2004, SOEL est devenue une mauvaise herbe très redoutable dans cette délégation où elle est abondante et fréquente au niveau des cultures irriguées ainsi que le long des bordures des routes et les bords des rivières. Dans les délégations de Chébika, Kairouan Sud et Kairouan Nord, elle n'est que localement abondante. Dans le reste du gouvernorat, elle est peu fréquente [3]. Cette plante n'est plus confinée au seul gouvernorat de Kairouan et a été signalée dans d'autres gouvernorats ; Sousse, Sidi Bouzid, Mahdia, Sfax et Zaghouan. En 2005, la superficie totale envahie par cette plante a été estimée à 20 000 ha [4].

Devant une telle situation, une tentative de contrôle de la propagation de cette plante par les semences (graines et baies) a été entreprise. Dans ce cadre, M'Sadak et al. [5] ont évalué l'effet des hautes températures sur la viabilité des graines de morelle jaune. Les semences de morelle jaune ont été introduites dans l'étuve et ont été traitées à 40°C, 60°C et 80°C durant 1, 2 et 3 jours pour chaque température. Ces traitements ont été accomplis, d'une part, sur les graines issues des baies de morelle jaune, et d'autre part, sur les baies de la plante, afin de tester, entre autres, l'effet de la paroi des baies sur la capacité germinative des graines. L'effet température ainsi que l'effet temps d'exposition ont présenté des différences statistiquement significatives, alors que l'effet nature des semences s'est montré non significatif, et par conséquent, l'enveloppe extérieure des baies n'a pas manifesté un rôle protecteur de la capacité germinative des graines de SOEL.

Il a été relevé que quelque soit la nature des semences (graines traitées ou graines issues des baies traitées), le taux de germination nul a été acquis pour la température de 60°C et pour un temps d'exposition de trois jours, voire deux jours. La capacité germinative des semences traitées à 80°C était nulle dès le premier jour d'exposition, alors que celle des semences traitées à 40°C est voisine de celle des semences non traitées (témoin) pour les trois temps d'exposition en étuve, voire même plus élevée. Un tel résultat, pourrait expliquer la forte prolifération de cette plante envahissante, déjà adaptée à des températures estivales ambiantes avoisinantes et même dépassant 40°C dans les régions envahies de la Tunisie Centrale, caractérisée par des milieux naturels semi-arides. Les résultats de cette étude accomplie au laboratoire ont mis l'accent sur l'impact du traitement thermique sur la destruction de la

viabilité des semences de cette plante envahissante et ont approuvé l'étude des possibilités de destruction des semences de SOEL par compostage, mode de traitement biologique caractérisé généralement par des températures pouvant atteindre 60 à 70°C, voire 80°C.

Une telle hypothèse a été confirmée par M'Sadak et al. [6] qui ont rapporté que les baies et les graines de morelle jaune ont été introduites dans trois types de compost (Co-compost sylvicole, Co-compost ovin et compost ovin) à mi-profondeur de chaque tas, en vue d'étudier l'incidence de la température de chaque compost sur la viabilité des graines de SOEL. L'effet thermique a été étudié en établissant les courbes isothermes temporelles à divers endroits et à différentes profondeurs au niveau d'un tas de Co-compost sylvicole [7].

Les résultats de l'essai de germination des graines et des graines issues de baies traitées par compostage n'ont donné aucune plantule de morelle jaune, alors que la faculté germinative des graines témoin (non traitées par compostage) était avoisinante de 60% [6].

Le compostage est un processus de décomposition [8] et de biodégradation [9] de déchets organiques, d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie.

L'activité des micro-organismes aérobies est à l'origine de la montée de la température (pouvant atteindre entre 60°C et 80°C) lors de la phase thermophile de compostage [8].

Les microorganismes produisent de la chaleur en oxydant la matière organique des substrats [10]. Chaque classe de microorganismes (psychrophiles, mésophiles et thermophiles) se multiplie dans un intervalle de température bien déterminé [11].

L'élévation de la température assure, non seulement une bonne dégradation, mais aussi l'élimination des agents pathogènes (et des graines d'adventices) [12]. La présente investigation se propose d'étudier expérimentalement, le processus de compostage sylvicole, mis en œuvre sur la plate-forme de compostage de la pépinière forestière moderne de Chott Mariem (Sousse, Tunisie), en vue d'évaluer ainsi l'effet de la température sur la destruction de la capacité germinative des semences de SOEL. On a étudié auparavant les caractéristiques létales (température et temps d'exposition) des baies de cette PEE par exposition à des fortes températures en étuve (50°C et 60°C) et durant des temps d'exposition de 1, 2 et 3 jours pour chaque température appliquée.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Évaluation de la faculté germinative des graines

Matériel

Baies de morelle jaune, boîtes de Pétri, coton, eau distillée et étuve.

Méthode

La collecte des baies de morelle jaune a été réalisée au 18/11/2008. 300 baies, bien jaunâtres, arrondies et mûres, ont été sélectionnées pour les expérimentations de germination.

Ces baies ont été décortiquées manuellement pour en extraire les graines. Les graines extraites ont été mélangées pour former neufs unités constituées de 100 graines chacune.

Trois méthodes ont été utilisées pour réaliser le test de germination au laboratoire. La première consiste à mettre 3 boîtes de Pétri contenant 100 graines chacune dans l'étuve pendant 48 heures à 25°C avec ajout de quelques gouttes d'eau distillée. La deuxième consiste à faire barboter 300 graines durant 24 heures et à les mettre ensuite dans trois boîtes de Pétri (100 graines par boîte). La germination était menée à 25°C durant 48 heures. La troisième méthode consiste à faire un barbotage de 300 graines pendant 48 heures pour bien éliminer la substance mucilagineuse, de les plonger dans l'acide sulfurique concentré (H₂SO₄) pendant 15 mn et les mettre dans trois boîtes de Pétri (100 graines par boîte) dans l'étuve à 27°C pendant 48 heures.

Étude de la viabilité des graines issues de baies traitées à l'étuve

Matériel

Des baies de morelle jaune (2100 baies), du papier aluminium, une étuve, de la tourbe (Klasmann) et 21 plaques alvéolées (de 13 x 8 = 104 alvéoles par plaque).

Méthode

*** Collecte et préparation des baies**

Chaque lot de 100 baies a été enveloppé dans du papier aluminium (18 lots à traiter thermiquement : 2 Températures x 3 Temps d'exposition x 3 Répétitions). Le traitement a eu lieu à l'étuve à deux températures différentes (50°C et 60°C) et pendant trois temps d'exposition (1 j, 2 j et 3 j) pour chaque température.

*** Appréciation de la capacité germinative des semences traitées thermiquement**

Les graines extraites à partir des baies traitées à l'étuve ont été lavées et séchées pour être semées. Les graines issues de baies non traitées de morelle jaune et celles obtenues après traitement à l'étuve ont été semées sur substrat de référence (tourbe), dans des plaques alvéolées (104 alvéoles/plaque) à raison d'une graine par alvéole (seulement 100 alvéoles de chaque plaque ont été semées). Le dispositif expérimental adopté était en blocs aléatoires complets à un facteur étudié (traitement thermique à 7 niveaux dont un témoin) et un facteur contrôlé (blocs à 3 niveaux).

Suivi de l'évolution de la température dans l'andain de compost

Matériel

Un des andains de compost sylvicole confectionnés sur la plate-forme de compostage de la pépinière forestière moderne de Chott Mariem a été choisi pour l'expérimentation mise en œuvre. Ce compost est composé de 100% de broyat de branches d'Acacia cyanophylla, issu d'un double broyage séparé (à couteaux et ensuite à marteaux).

Un thermomètre à sonde de 90 cm de longueur a été utilisé pour les mesures de température dans l'andain de compost considéré.

Méthode

L'andain de compost considéré a été décomposé en trois blocs. Un suivi régulier de la température a été effectué au niveau de chaque bloc :

* Tous les deux jours, durant toute la période de compostage (Six mois) à 50 cm et à heure fixe de la journée (10 h du matin) au niveau de neuf endroits (Figure 1 ci-après) de chaque bloc de l'andain (9 endroits de relevé dans chaque bloc \times 3 blocs = 27 mesures de température pour chaque date de relevé).

* Tous les quinze jours, à trois profondeurs différentes (10 cm, 50 cm et 90 cm), au même horaire de la journée et au niveau des mêmes points de relevé (27 mesures pour chaque profondeur \times 3 profondeurs = 81 mesures de température pour chaque date de relevé).

Quotidiennement, la température ambiante, relevée à partir de la station agrométéorologique la plus proche, située au sein du Centre Régional de Recherche en Horticulture et en Agriculture Biologique (CRRHAB) de Chott Mariem, a servi comme base de comparaison pour l'appréciation de l'évolution de la température à l'intérieur de l'andain de compost.

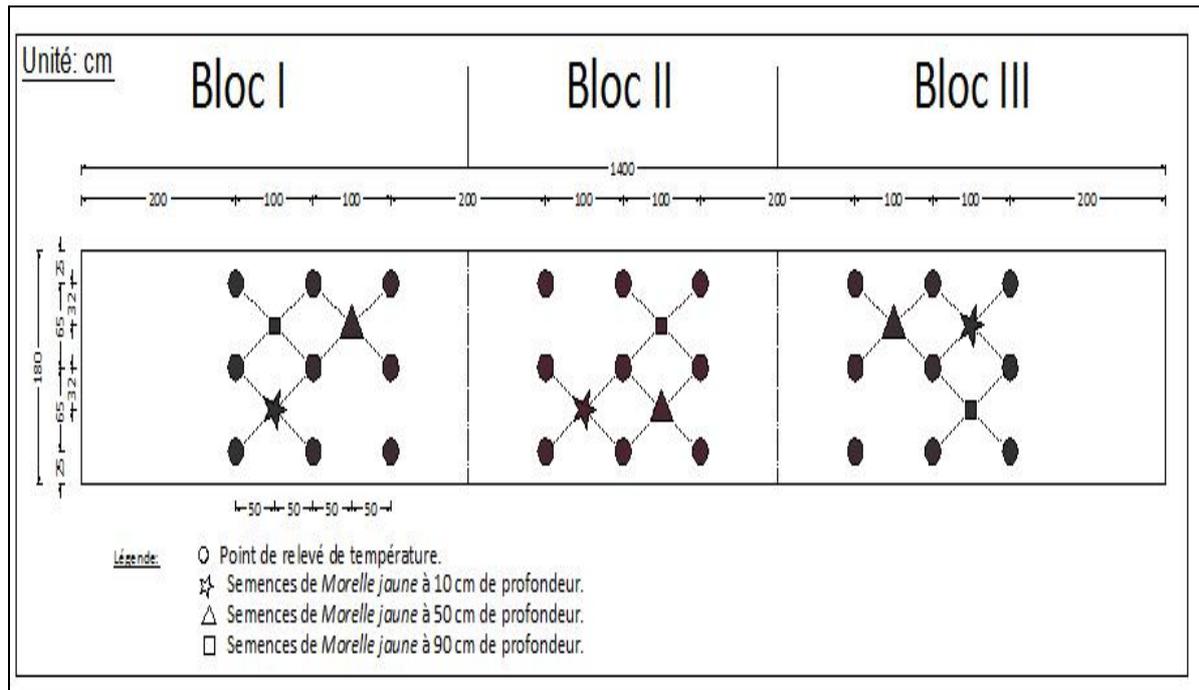


Fig.1. Disposition des points de relevés de températures dans l'andain de compost et emplacement des filets contenant les baies de la morelle jaune

Analyse des résultats thermiques

L'analyse de la variance (ANOVA) a été accomplie par le logiciel « SPSS for Windows, version 13.0 » et la comparaison des moyennes a été réalisée par les tests S.N.K au seuil de 5%. Ces traitements statistiques ont touché les relevés du suivi thermique mi-mensuel. Les résultats ont été présentés sous la forme moyenne \pm écart-type avec les sous-ensembles correspondants.

Étude de la viabilité des graines issues de baies traitées par compostage

Matériel

Un andain de compost sylvicole, filets insect-proof, 2700 baies de morelle jaune, 24 plaques alvéolées et de la tourbe (Klasmann).

Méthode

*** Préparation des baies à traiter par compostage**

A l'aide d'un filet insecte-proof, 27 sachets ont été confectionnés et ont été remplis chacun par 100 baies (bien arrondies et jaunâtres) de morelle Jaune pour être enfouis dans l'andain.

*** Mise en place dans l'andain des filets contenant les baies**

Au niveau de trois emplacements précis de chaque bloc de l'andain (Figure 1) et à chaque profondeur étudiée de l'andain (10 cm, 50 cm et 90 cm), trois sachets ou filets ont été enfouis. (3filets/emplacement \times 3 emplacements/bloc \times 3 blocs = 27 filets).

*** Extraction des filets**

L'andain de compost a subi deux retournements, le premier était réalisé au 28/01/2009 et le deuxième au 01/04/2009. Avant l'exécution de chaque retournement, les filets contenant les baies ont été extraits de chaque emplacement de l'andain. Un filet est retiré et le reste des filets est remis à sa place dans chaque bloc de l'andain après l'achèvement du retournement.

*** Semis sur tourbe des graines issues de baies traitées ou non par compostage**

Les filets de semences de morelle jaune retirés de l'andain ont été séchés, pour extraire les graines à partir des baies par décorticage manuel. Les graines ont été lavées et séchées, afin d'être semées sur tourbe dans des plaques alvéolées comportant chacune 104 alvéoles (dont uniquement 100 alvéoles de chaque plaque ont été remplies).

Le dispositif expérimental adopté est en blocs aléatoires complets à un facteur étudié : profondeur de l'andain (3 niveaux et 1 témoin) et un facteur contrôlé (3 répétitions), soit 12 plaques alvéolées. Ce dispositif a été mis en place pour les graines issues des baies traitées par compostage deux fois, respectivement avant le premier retournement et avant le deuxième retournement.

*** Évaluation de la capacité germinative des graines issues de baies traitées ou non par compostage**

Le suivi de l'évolution de la germination de semences de morelle jaune a été réalisé par simple comptage cumulé des plantules apparues.

Analyse statistique des résultats

L'analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée par le logiciel « SPSS for Windows, version 11.0 » et la comparaison des moyennes a été réalisée par les tests S.N.K au seuil 5%.

Les résultats ont été présentés sous la forme moyenne \pm écart type avec les sous-ensembles statistiques correspondants.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Évaluation de la faculté germinative des graines non traitées de SOEL

La germination est une phase physiologique pendant laquelle la graine passe de l'état de vie ralentie à l'état de vie active [13]. Elle est définie comme la somme des événements qui mènent la graine sèche à germer : cela débute par l'étape cruciale d'absorption de l'eau par la graine [14], s'achève par l'allongement de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui enferment l'embryon [15].

Selon Boyd et Murray [16], les tests de germination des graines de morelle jaune, réalisés à 20°C durant 16 heures et à 30°C durant 8 heures, ont permis d'obtenir un taux de germination

maximal de 57%. Ils ont aussi trouvé que la lumière n'avait aucun effet sur la germination des graines de morelle jaune et qu'un pH de 6 ou 7 était optimal pour la germination. Un autre travail [17] indique que des graines de SOEL immergées dans l'eau courante pendant des périodes relativement longues peuvent améliorer leur taux de germination.

Dans le présent travail, on a testé la germination par trois méthodes différentes pour connaître les conditions optimales de germination des graines de la plante considérée. Pour la première méthode, la température de 25°C pendant 48 heures n'a donné aucune germination de plants (Tableau 1). En se basant sur l'investigation de Rutherford [17], les graines de SOEL ont subi un barbotage dans l'eau distillée pendant 24 heures, puis elles ont été mises dans l'étuve pendant 48 heures à 25°C. On a obtenu un taux de germination de 18% (Tableau 1). Pour améliorer la germination, dans le troisième essai, les graines de SOEL ont subi un barbotage à l'eau distillée pendant une durée plus longue (48 heures) pour mieux éliminer la substance mucilagineuse. A ce niveau, on a noté la germination de quelques graines. Puis, elles étaient plongées dans l'acide sulfurique concentré pendant 15 mn afin d'affaiblir la rigidité des téguments des graines. Ensuite, les graines ont été introduites dans l'étuve à 27°C pendant 48 heures. Le taux de germination obtenu était de 51% (Tableau 1).

Tableau 1. Résultats des essais comparés de germination des graines non traitées de SOEL

Essai	Taux de germination (%)			Taux moyen de germination (%)
	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3	
Essai 1	0	0	0	0
Essai 2	19	14	21	18
Essai 3	61	39	54	51

L'essai de germination au laboratoire des graines de SOEL a décelé des conditions bien précises pour la réussite de la germination. Un barbotage des graines à l'eau distillée pendant 48 heures suivi d'une attaque par l'acide sulfurique concentré pendant un quart d'heure et une température de 27°C en étuve s'avèrent être des conditions optimales pour obtenir une faculté germinative maximale. En général, le taux moyen maximal de germination au laboratoire des graines de SOEL collectées était de 51%. On peut dire que les graines sont mûres et peuvent être utilisées pour l'expérimentation à réaliser.

Étude de la viabilité des graines issues de baies traitées ou non à l'étuve

Il convient de rappeler que dans une investigation antérieure, M'Sadak et al. [5] ont testé la germination des semences (graines et graines issues de baies) de SOEL traitées à l'étuve à 40,

60 et 80°C pendant 1, 2 et 3 jours d'exposition pour chaque température. Ils ont obtenu un taux de germination des semences traitées à l'étuve à 40°C voisin de celui des graines non traitées (témoin), quelque soit le temps d'exposition à l'étuve (1, 2 ou 3 jours), voire même plus important. Un tel résultat, pourrait expliquer la forte propagation de cette plante envahissante, déjà adaptée à des températures estivales ambiantes avoisinantes et même dépassant 40°C dans les régions envahies de la Tunisie Centrale (Kairouan, Sidi Bouzid, ...) et a permis d'écarter cette température de traitement dans la présente étude.

Par contre, la durée de traitement à 60°C des semences de cette plante avait un impact sur leur capacité germinative. En effet, plus le temps d'exposition des semences à l'étuve est important, plus leur taux de germination est faible et il s'annule à partir du troisième jour de traitement. Le traitement des semences à la température 80°C a détruit totalement la capacité germinative des semences de la plante dès le premier jour de mise en étuve [5]. Cette dernière température n'a pas été prise en considération dans cette étude, puisqu'il ya risque de disparition même de la microfaune responsable du déroulement du processus de compostage.

Dans le présent travail, les températures expérimentées étaient 50 et 60°C (Températures réellement atteintes en phase thermophile de compostage) et les temps d'exposition des graines en étuve étaient les mêmes que ceux cités précédemment.

L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les traitements effectués ($P < 0,001$) pour les différentes températures et temps d'exposition étudiés. Par ailleurs, la comparaison des moyennes selon les tests S.N.K. a permis de dégager un nombre différent de sous-ensembles pour les traitements étudiés au seuil de 5% (Figure 2).

Plus le temps d'exposition en étuve est élevé, plus le taux de germination des graines traitées diminue. En effet, le taux de germination des graines traitées à 50°C durant 1 jour a diminué de 92% par rapport au témoin, alors qu'il décroît d'environ 95% pour le temps d'exposition de 2 jours et de 97% pour une durée de traitement de 3 jours. Ce taux s'annule pour les semences traitées durant 3 jours à la même température (Figure 2).

Le taux de diminution de la capacité germinative par rapport au témoin est plus important pour les graines traitées à 60°C. Il est de 99% (Presque 100%) pour une durée de traitement de 1 jour à cette température. Ce taux est devenu de 100% (Taux de germination nul) à partir de 2 jours de traitement des graines issues de baies traitées à cette température.

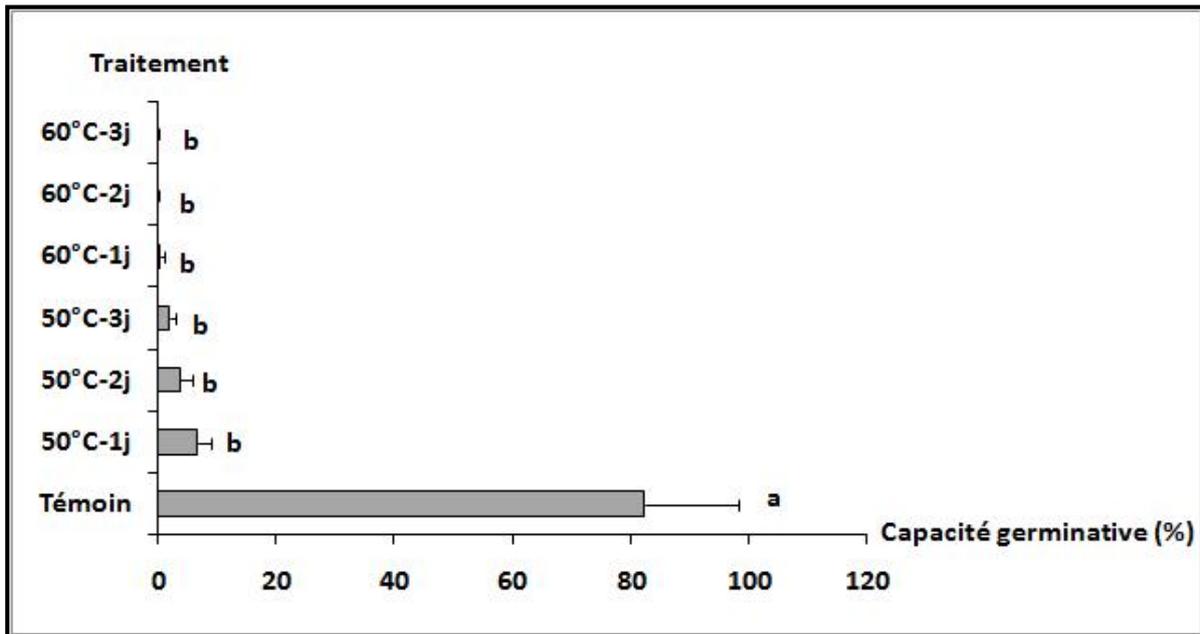


Fig.2. Taux de germination des graines issues de baies traitées ou non à l'étuve

On peut dire que le traitement des semences de morelle jaune à l'étuve à une température inférieure (50°C) et supérieure (60°C) de celle de pasteurisation (55°C) recommandée pour la destruction de la viabilité des graines d'adventices [18], a donné un taux de germination nul des graines traitées pour la température 60°C à partir du premier jour de traitement.

Il en découle que la température à l'intérieur de l'andain de compost doit être égale ou même proche de cet intervalle [55°C-60°C] et doit couvrir tous les endroits de l'andain et durant une période de temps assez importante (3 jours au minimum) pour assurer la destruction totale de la viabilité des semences de cette PEE, ayant été introduites dans l'andain, en vue de les traiter par compostage.

Suivi de l'évolution thermique spatio-temporelle dans l'andain de compost

Suivi de l'évolution dans le temps de la température moyenne biquotidienne

La température varie le long de l'andain de compost [19]. On peut observer que dès la mise en place de l'andain, la température moyenne (moyenne de 27 relevés de température) au cœur de l'andain augmente rapidement atteignant un pic de 55,6 °C (Figure 3). Cela démontre une rapide activité biologique à l'intérieur du substrat (centre de l'andain).

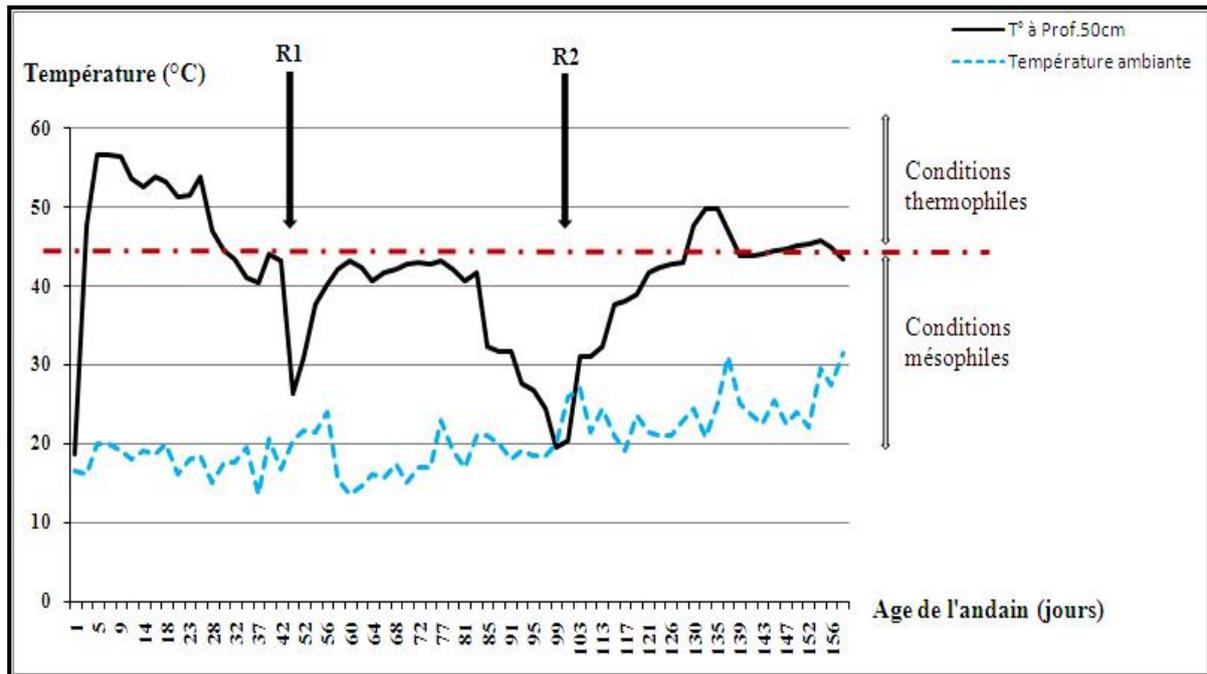


Fig.3. Évolution de la température moyenne biquotidienne à mi-profondeur de l'andain de compost sylvicole

Après 25 jours en phase thermophile, la température moyenne de l'andain diminue rapidement jusqu'à 26°C (proche des valeurs de température journalière ambiante), puis elle remonte suite au premier retournement réalisé pour l'andain, mais elle n'a pas abouti de nouveau les conditions thermophiles. Ceci peut être expliqué par l'importance des précipitations survenues pendant cette période de l'année de façon journalière et consécutive (quantité d'eau pénétrée dans l'andain non abrité assez importante). Après 40 jours, la température moyenne redescend jusqu'à égalité avec la température ambiante (20°C).

Suite au deuxième retournement, l'andain de compost réchauffe progressivement et l'on note une deuxième période importante de phase thermophile (presque 1 mois).

De point de vue température moyenne (moyenne de 27 points de relevé de température), les conditions de pasteurisation sont largement atteintes (Température 55°C pendant 5 jours).

Analyse thermique du suivi de l'évolution de température moyenne mi-mensuelle

*** Effet profondeur**

L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les traitements effectués ($P < 0,001$) pour les profondeurs étudiées. Par ailleurs, la comparaison des moyennes selon les tests S.N.K. a permis de dégager un nombre différent de sous-ensembles pour les profondeurs étudiées au seuil de 5% (Tableau 2). Le nombre de sous-classes obtenu lors de l'étude de l'effet de la profondeur sur la répartition de la température dans l'andain de

compost était de trois, une première classe pour 50 cm, une deuxième classe pour 90 cm et une dernière classe pour 10 cm. En général, l'analyse statistique a relevé la valeur moyenne maximale de température au niveau de la profondeur 50 cm, des valeurs moins importantes au fond de l'andain et plus faibles en surface (Tableau 2).

Tableau 2. Effet profondeur de relevé sur la variation de température dans l'andain

Profondeur (cm)	Température moyenne (°C)
10	$32,85 \pm 10,34^c$
50	$39,90 \pm 12,41^a$
90	$36,79 \pm 10,63^b$

Ce résultat est relaté sur la figure 4 ci-après illustrant l'évolution dans le temps de la température moyenne au niveau des profondeurs considérées de l'andain de compost (Période de compostage étudiée s'étalant du 17/12/2008 au 24/05/2009).

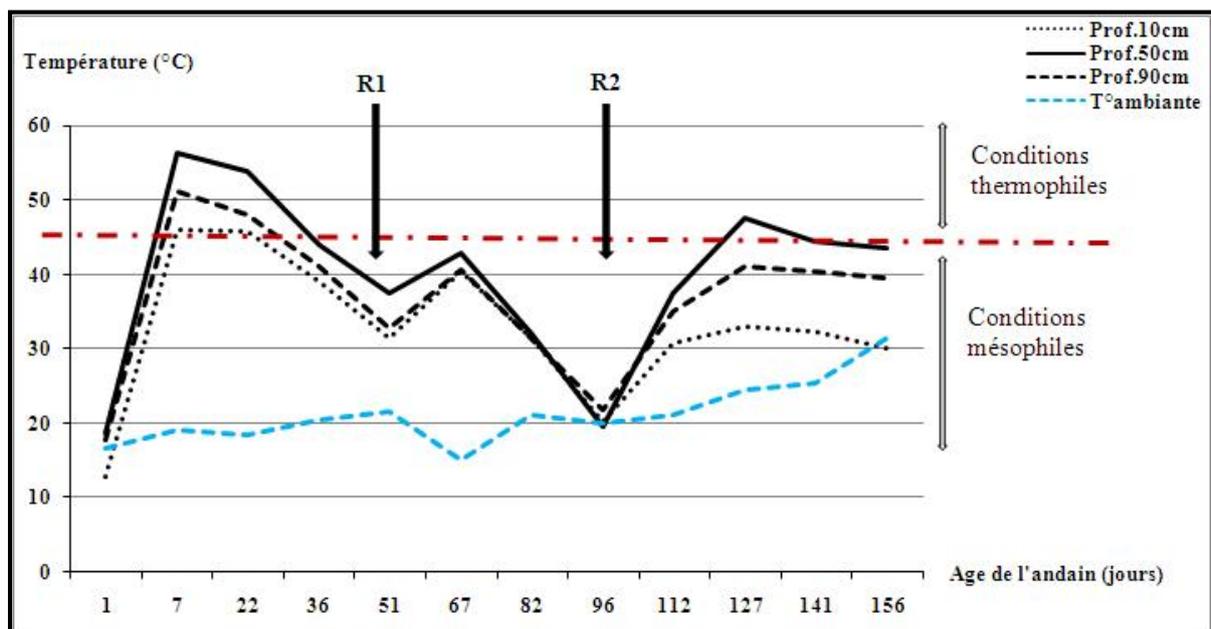


Fig.4. Suivi de l'évolution de la température moyenne mi-mensuelle dans l'andain de compost sylvicole

L'évolution de la température moyenne (observée à 10 h) dans l'andain de compost est quasi-identique pour les trois profondeurs étudiées, toutefois, les valeurs maximales de température moyenne ont été enregistrées dans l'ensemble à mi-profondeur de l'andain (50 cm). En effet, les microorganismes thermophiles responsables de la dégradation de la matière organique sont généralement plus abondants au centre qu'au fond et qu'en surface de l'andain de compost [11 ; 20].

D'après la figure 4, les valeurs minimales de température moyenne étaient enregistrées à 10 cm de profondeur durant toute la période de compostage étudiée. Ceci peut être expliqué par les conditions climatiques durant la période de compostage considérée surtout qu'il s'agit d'un andain de compost non abrité. Selon la figure 4, les valeurs de températures moyennes journalières ambiantes s'étalent entre 15°C et 25°C durant 4 mois de compostage. Certes, durant les mois d'hiver, l'activité microbienne serait réduite et les températures seront minimales à la surface de l'andain. Mais, le processus de compostage ne doit pas être fortement affecté par la période de l'année, la température au cœur de l'andain doit être élevée [21]. Ceci est constaté sur la figure 4 où la phase thermophile du processus de compostage est atteinte au début de compostage à mi-profondeur de l'andain, ainsi qu'au fond et à 10 cm de profondeur et elle est étalée pendant plus d'une quinzaine de journées.

* Effet bloc

L'analyse statistique de différents traitements opérés a donné des différences non significatives pour les trois blocs étudiés (Tableau 3). Un tel résultat pourrait être expliqué par la répartition homogène des matériaux mis en compostage le long de l'andain et par la présence égale des microorganismes responsables de la dégradation de cette matière première.

Tableau 3. Effet bloc sur la variation de température dans l'andain

Bloc	Température moyenne (°C)
1	36,24 ± 11,85 ^a
2	36,34 ± 10,99 ^a
3	36,96 ± 11,72 ^a

Ce résultat est constaté même dans les relevés de température point par point dans l'andain de compost suivi.

* Effet date

L'analyse statistique a montré des différences significatives entre les traitements effectués ($P < 0,001$) pour les différentes dates étudiées de relevé de température. Par ailleurs, la comparaison des moyennes selon les tests S.N.K. a permis de dégager un nombre différent de sous-ensembles pour les dates étudiées au seuil de 5% (Tableau 4).

Tableau 4. Effet date de relevé sur la variation de température dans l'andain

Date	Température moyenne (°C)
17/12/08	16,57 ± 4,16 ^h
25/12/08	51,16 ± 4,79 ^a
10/01/09	49,26 ± 3,96 ^b
24/01/09	41,46 ± 6,04 ^c
08/02/09	34,00 ± 8,80 ^f
24/02/09	41,38 ± 6,12 ^c
11/03/09	31,81 ± 5,52 ^e
25/03/09	20,57 ± 5,88 ^g
10/04/09	34,52 ± 6,03 ^e
25/04/09	40,62 ± 7,37 ^c
09/05/09	39,09 ± 6,64 ^{cd}
24/05/09	37,73 ± 7,41 ^d

Un tel résultat est aussi constaté au niveau de la figure 4 illustrant l'évolution dans le temps de la température pour les trois profondeurs étudiées de l'andain de compost considéré.

Évaluation de la capacité germinative des graines issues de baies traitées ou non par compostage

L'essai de germination sur tourbe des semences de morelle jaune (graines et graines issues de baies) traitées par compostage n'a enregistré l'apparition d'aucun plant, quelque soit l'endroit considéré de mise des filets de semences dans l'andain, quelque soit la profondeur étudiée et quelque soit le temps d'exposition des semences dans le compost. Ce résultat laisse supposer deux hypothèses ; ou bien les baies récoltées de la plante ne sont pas assez mûres (les graines ne sont pas encore aptes à germer), ou bien le compostage a permis de détruire la capacité germinative des semences de cette plante. Les résultats des essais de germination des graines non traitées (témoin) de la plante ont donné un taux moyen de germination dépassant 50%, ce qui permet d'infirmer la première hypothèse et de confirmer la deuxième mettant en évidence l'importance de l'incidence thermique du compostage sur la viabilité des graines considérées surtout que le suivi de la température dans l'andain de compost a montré que cette dernière a dépassé parfois 60°C dans la majorité de l'andain.

Dans l'avenir, on préconise l'emploi du Tétrazolium pour tester la viabilité des graines ayant subi des traitements thermiques ou même celles non traitées, vu la précision de cette méthode.

En effet, un simple virage au rouge de la graine mise en contact avec le Tétrazolium indique qu'elle est viable et peut germer [22 ; 23]. Aussi, on recommande l'utilisation d'un système miniature de mesure et d'enregistrement de la température appelé Thermo-Bouton.

La validité du système Thermo-bouton quant au contrôle en temps réel et l'enregistrement en continu de la température a été confirmée par Sandrin Gabriel-Robez et Brugere [24].

On peut aussi accomplir un suivi journalier simultané de température et d'humidité à l'intérieur de l'andain de compost, en utilisant des Hygro-boutons, surtout que le suivi de l'humidité à l'intérieur de l'andain de compost présente l'un des paramètres importants dans le suivi du processus de compostage. Ceci permettra de tracer les courbes d'égale température et celles d'égale humidité de l'andain étudié, tout en assurant davantage toute intervention humaine (arrosage, retournement, ajout de matériaux structurants et/ou fermentescibles dans l'andain, ...) indispensable au bon déroulement du processus de compostage et à la réduction de sa durée (longue et coûteuse en réalité). Certes, la modélisation du processus de compostage serait plus aisée.

4. CONCLUSION

L'analyse thermique entreprise a permis de dévoiler la potentialité de gestion des risques de dissémination de SOEL par graine après compostage. Auparavant, les caractéristiques létales (température et temps d'exposition) des baies de cette PEE ont été appréciées par exposition à des fortes températures en étuve (50 et 60°C) et durant des temps d'expositions de 1, 2 et 3 jour(s) pour chaque température considérée. Le semis des graines issues des baies traitées à l'étuve a révélé quelques plantules pour celles traitées à 50°C (Taux de germination très faible par rapport aux graines non traitées) avec une réduction notable du taux de germination proportionnelle à l'accroissement du temps d'exposition en étuve pour cette température. Le traitement des baies à 60°C a totalement détruit l'aptitude germinative des graines à partir du deuxième jour d'exposition, voire même à partir du premier jour (Taux de germination de 1%). L'évaluation de la viabilité des graines issues de baies ayant été introduites dans un andain de compost sylvicole préparé sur une plate-forme de compostage, a été menée, en vue d'étudier l'effet des fortes températures de l'andain de compost sylvicole considéré (habituellement atteignant 60 à 70°C pendant la phase thermophile) sur la viabilité des graines. Il a fallu donc faire un suivi thermique touchant plusieurs endroits et différentes profondeurs de l'andain suivi pour s'assurer du bon déroulement du processus de compostage des graines de la plante considérée.

Le suivi thermique biquotidien, ayant été réalisé dans 27 endroits et à mi-profondeur (50 cm) de l'andain, a discerné une modification dans le temps (160 jours de compostage) de la température moyenne (moyenne de 27 points de relevé) avec une phase thermophile (60°C et même plus) rapidement atteinte (après 3 jours de mise en andain).

Le suivi de température mi-mensuel ayant été réalisé dans les mêmes points de relevés, mais à trois niveaux de profondeur de l'andain (10, 50 et 90 cm) a dévoilé une évolution thermique dans le temps quasi-identique pour les niveaux de profondeur étudiés, néanmoins, les valeurs moyennes maximales régnaient toujours à mi-profondeur de l'andain de compost.

Cette étude thermique a permis de prévenir la dissémination des graines issues de baies traitées dans l'andain de compost. Ce constat a été affirmé par le résultat du semis de ces dernières, où l'on a disposé d'un taux de germination nul même pour celles isolées avant le premier retournement, quelque soit la profondeur au niveau de laquelle les baies ont été engagées et quelque soit l'endroit de l'andain considéré. Ainsi, le compostage est l'une des voies possibles de lutte contre la propagation de SOEL par graine.

5. REMERCIEMENTS

Cette investigation n'a été commode que grâce à la contribution de la Pépinière Forestière Moderne de Chott Mariem (Sousse, Tunisie) qui a mis à notre disposition principalement une partie de sa plate-forme de compostage et tous les moyens indispensables pour mettre en œuvre l'expérimentation (broyage de la biomasse sylvicole, suivi thermique interne de l'andain de compost, ...).

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Bouhache M. et Ameer A. Synthèse des Travaux effectués au Maroc. Projet de Morelle Jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole, Maroc, 1994, 17-124.

[2] Chalghaf E., Aissa M., Mellassi H. et Mekki M. Maîtrise de la propagation de la morelle jaune (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) dans le gouvernorat de Kairouan (Tunisie)- *Bulletin EPPO/OEPP*, 2007, 37 (1), 132-136.

[\[http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/eppo/2007/00000037/00000001/art000301\]](http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/eppo/2007/00000037/00000001/art000301)

[3] Mekki M. Biology, distribution and impacts of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.). *EPPO Bulletin*, 2007, 37 (1), 114–118.

- [4] Mekki M. Potential threat of *solanum elaeagnifolium* Cav. to the Tunisian fields. *Invasive Plants in Mediterranean Type regions of the world*, 2006, 165-170. Environmental Encounters Series n°59, Council of Europe Publishing. Atelier international sur les plantes envahissantes des régions de type méditerranéen, 25-27, Mai 2005, Mèze (Hérault), France.
- [5] M'Sadak, Y., Saad, I. et Saidi, D. Évaluation de la capacité germinative des semences de Morelle Jaune après traitement thermique, Communication par Affiche, 16^{ème} Journées Scientifiques IRESA, 2-3 Décembre 2009, Nabeul, Tunisie.
- [6] M'Sadak Y., Saad I. et Saidi D. Contrôle de la destruction de la viabilité des semences de morelle jaune par le compostage. Communication par Affiche, Association Tunisienne des Sciences Biologiques (ATSB), 21^{ème} Forum, 15-18 Mars 2010, Mahdia, Tunisie.
- [7] M'Sadak Y., Saad I. et Saidi D. Suivi et Analyse thermiques du processus de Co-compostage sylvicole dans une pépinière forestière moderne (Tunisie), *Journal des Sciences Fondamentales et Appliquées*, 2013, 5 (1), 1-12.
[\[jfas.info/index.php/JFAS/article/download/94/pdf\]](http://jfas.info/index.php/JFAS/article/download/94/pdf)
- [8] Blaise L. *Guide des matières organiques*, Tome 1, Ed. ITAB, Paris, 2001, 104-151.
- [9] Soudi B. et Naaman F. Compostage et valorisation du compost : Pratique d'une agriculture durable. *Bulletin de Liaison et d'Information du PNTTA. Transfert de Technologie en Agriculture Durable. MADRPM/DERD*, N° 54, Mars 1999, 1-4.
- [10] Godden B. La gestion des effluents d'élevage. Techniques et aspects du compostage dans une ferme biologique. *Revue de l'Ecologie*, 1995, 13, p. 37
- [11] Mustin M. *Le compost : Gestion de la matière organique*. Ed. François Dubusc, Paris, 1987, 954 p.
- [12] Braham O. Contribution à l'étude du compostage et des composts de quelques matériaux organiques d'origine végétale : paille, marcs de raisin, grignons d'olive épuisés. *Mémoire de Fin de Spécialisation, Pédologie-Fertilisation, I.N.A.T, Tunisie*, 1988, 110 p.
- [13] Caboche M., Dubreusqu B., Grappin P., Lepinice L. and Nesi N. La germination vient en dormant, *Biofutur*, 1998, 175, 32-35.
- [14] Othman Y. Evaluation of barley cultivars grown in Jordan for salt tolerance. Thesis, Jordan University of Science and Technology, Jordan, 2005.
- [15] Shereena J. and Nabeesa S. Effect of temperature on protein profile of *Pisum sativum* L. seeds during germination. *Journal of Biological Sciences*, 2006, 6, 1153-1155.
- [16] Boyd J.W. and D.S. Murray. Growth and development of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*). *Weed Science*, 1982, 30, 238-243.

- [17] Rutherford P.A. Effect of time of immersion in running and still water o the germination of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*). Proceedings of the conference of the Council of Australian Weed Science Societies, 1978, 1, 372-378.
- [18] Keen, B.P., Bishop A.L., Gibson T.S., Spohr L.J. and Wong P.T.W. Phylloxera mortality and temperature profiles in compost. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2002, 8, 56-61.
- [19] Tee E., Wilkinson K. Tymms S. and Hood V. Overview of green waste recycling research conducted by the Institute for Horticultural Development. Plant Protection Quarterly, 1999, 14 (3), 104-107.
- [20] Dalzell H.W., Biddlestone A.J., Gray K.R. and Thurairajan K. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environnements. FAO Soils Bulletin 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988, 177 p.
- [21] Dorahy Ch., McMaster I., Pirie A., Muirhead L. and Chan Y. Preparing compost from aquatic weeds removed from waterways. Primefacts, 2006, n°229: 1-6.
- [22] Guy R. Faculté germinative et dormance des semences. Revue Suisse Agricole, 1993, 25, 106-107.
- [23] Guy R. La germination des semences. Revue suisse Agricole, 2000, 32, 69-72.
- [24] Sandrin Gabriel-Robez E. et Brugere H. Maîtrise du risque sanitaire dans une unité de compostage de sous-produits animaux- Mise en application du règlement CE 1774/2002 modifié. Actes Renc. Rech. Ruminants, 2007, 14, 53-56.

[\[www.journees3r.fr/IMG/.../2007_01_environnement_09_Sandrin.pdf...\]](http://www.journees3r.fr/IMG/.../2007_01_environnement_09_Sandrin.pdf...)

How to cite this article:

M'Sadak Y, Saad I. Effect of heat treatment on the germination of seeds soel. J Fundam Appl Sci. 2015, 7(1), 49-66.