

## Evaluation du comportement chimique des composts sylvicoles, des tamisats et des mélanges pour la conception des substrats de culture

M'Sadak youssef<sup>\*</sup>, Elouaer Mohamed Aymen<sup>\*</sup> et El Kamel Rim<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Université de Sousse, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Sousse, 4042, Tunisie

---

### Résumé

Dans le but d'évaluer la qualité du compost à base de broyat d'*Acacia cyanophylla* et d'étudier les possibilités d'améliorer ses propriétés chimiques, des essais de criblage vibrant selon différentes techniques et des mélanges à base du compost sylvicole considéré et du compost cunicole affiné selon différentes proportions ont été réalisés. Les substrats de culture obtenus ont subi des analyses chimiques (pH, conductivité électrique, salinité, matière organique, carbone organique total, azote total, rapport C/N, teneurs en potassium et phosphore). Les résultats obtenus montrent des variations des paramètres chimiques selon le type du criblage (simple ou double) et la nature du mélange considéré. Même si des différences significatives ont été observées pour ces différents substrats, les valeurs enregistrées sont dans les normes d'acceptation, sauf pour les teneurs en phosphore et en potassium, où il fallait optimiser l'incorporation du compost cunicole pour ajuster la teneur du compost du broyat d'*Acacia* en ces éléments minéraux.

Mots clés: Caractérisation chimique, compost, mélange, tamisat, substrat de culture.

---

### 1. Introduction

En vue de moderniser le secteur des pépinières forestières, la Tunisie s'est orientée vers l'introduction des nouvelles technologies de production et de gestion des pépinières (ombrières, conteneurs, compost, etc.). L'optimisation des techniques culturales en pépinières forestière et horticole (irrigation, fertilisation, traitements phytosanitaires, etc.) ne peut à elle seule garantir une production de plants de qualité si les propriétés physico-chimiques du substrat de culture ne sont pas satisfaisantes (Guehl et al. 1989; Landis et al. 1990; Alsanious and Jensen, 2004; M'Sadak et al. 2012). La biomasse sylvicole (notamment les branches broyées d'*Acacia*) est actuellement compostée pour la production d'un substrat de croissance adapté à la culture des plants en conteneurs, tout en donnant généralement des résultats prometteurs. C'est pour cette raison que le compost d'*Acacia* a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche en Tunisie qui ont mis en évidence le rôle important du compost sylvicole sur la croissance et la production des plants forestiers [Ammari et al. 2003; Lamhamedi et al. 1997]. A ce propos, la présente étude, réalisée dans la pépinière forestière moderne (PFM) de Chott Mariem (Sousse), se propose d'évaluer les caractéristiques chimiques d'un certain nombre de composts et tamisats sylvicoles purs ou

en mélange avec le compost cunicole. L'objectif final étant la mise au point d'un substrat de culture adéquat de point de vue physico-chimique pour l'élevage des plants. Dans ce cadre, les substrats testés ont déjà subi une évaluation physique (ne faisant pas partie de cette étude). Cette dernière a révélé que le meilleur tamisat sylvicole est celui produit à partir du double criblage sur tamisat, alors que le meilleur mélange est celui confectionné selon le ratio des composts correspondant au ratio 3/4 sylvicole – 1/4 cunicole, quelque soit l'état du compost sylvicole (brut ou criblé). L'évaluation chimique présentée dans ce qui suit concerne particulièrement les substrats ayant montré le meilleur comportement physique (surtout de point de vue porosité) et constitue un complément indispensable pour mieux raisonner la fréquence et la répartition des arrosages en pépinière hors sol.

### 2. Matériel et Méthodes

#### 2.1. Préparation des substrats mis à l'essai

##### 2.1.1. Production des composts

La PFM de Chott Mariem utilise du compost sylvicole à base des branches fraîches broyées d'*Acacia cyanophylla*. Le broyage des branches est effectué

successivement par deux broyeurs : le premier à couteaux (donnant un broyat grossier) et le second à marteaux, équipé d'une grille de calibrage à trous ronds ayant 30 mm de diamètre (générant un broyat fin).

L'Acacia broyée (environ 50% des particules ayant la taille optimale entre 10 et 30 mm) est déposée en andains auxquels on ajoute une source d'azote (Nitrate d'ammonium diluée dans de l'eau) généralement en deux apports successifs (lors de la confection et lors du premier retournement). Pour assurer une humidité optimale, des arrosages sont effectués en cas de besoin et lors des retournements nécessaires pour l'aération des andains (2 à 5 fois par cycle). La qualité finale du Compost Sylvicole Brut (CSB) produit est conditionnée par divers facteurs telles que la nature et la texture des déchets organiques mis en compostage, l'humidité, l'aération et la température.

### 2.1.2. Préparation des tamisats sylvicoles

Les tamisats sylvicoles mis à l'essai ont été préparés mécaniquement en utilisant un crible vibrant à mailles carrées. Les essais de criblage ont été répartis en cinq séries :

Série 1 : Technique simple criblage (SC).

Mailles (6 x 6), (8 x 8) et (12 x 12) mm. Pour chacune de ces trois mailles, on a réalisé trois répétitions, soit 9 essais élémentaires.

Série 2 : Technique double criblage sur refus (DCr).

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (8 x 8) mm.

Refus maille (8 x 8) mm sur maille (12 x 12) mm.

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (12 x 12) mm.

Au total, on a trois essais avec trois répétitions, soit également 9 essais élémentaires.

Série 3 : Triple criblage sur refus (TCr)

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (8 x 8) mm, le refus obtenu étant criblé sur maille (12 x 12) mm.

On a réalisé trois répétitions, soit trois essais élémentaires.

Série 4 : Technique double criblage sur tamisat (DCT)

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (8 x 8) mm.

Tamisat maille (8 x 8) mm sur maille (6 x 6) mm.

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (6 x 6) mm.

Pour chaque combinaison, trois répétitions ont été effectuées. Au total, on a eu 9 essais élémentaires.

Série 5 : Technique triple criblage sur tamisat (TCt).

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (8 x 8) mm et enfin sur maille (6 x 6) mm.

On a réalisé trois répétitions, soit trois essais élémentaires.

Les essais de criblage réalisés ont permis d'obtenir les substrats suivants :

Trois substrats résultant d'un simple criblage respectivement sur la maille (6 x 6) mm, (8 x 8) mm et (12 x 12) mm.

Trois substrats résultant d'un double criblage sur refus :

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (8 x 8) mm.

Refus maille (8 x 8) mm sur maille (12 x 12) mm.

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (12 x 12) mm.

Trois substrats résultant d'un double criblage sur tamisat :

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (8 x 8) mm.

Tamisat maille (8 x 8) mm sur maille (6 x 6) mm.

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (6 x 6) mm.

Un substrat résultant d'un triple criblage sur refus :

Refus maille (6 x 6) mm sur maille (8 x 8) mm, le refus obtenu étant criblé sur maille (12 x 12) mm.

Un substrat résultant d'un triple criblage sur tamisat :

Tamisat maille (12 x 12) mm sur maille (8 x 8) mm, et enfin sur maille (6 x 6) mm.

Les substrats sylvicoles testés sur le plan physique sont au nombre de douze: 11 Tamisats (3 SC + 6 DC + 2 TC) et 1 Témoin (CSB).

### 2.1.3. Confection des mélanges

Les mélanges, au nombre de six, ont été confectionnés et caractérisés physiquement en substituant:

Dans un premier temps, le CSB par le Compost Cunicole Affiné (CCA) selon trois ratios différents, d'où, l'obtention de trois mélanges (en volume) ci-après.

M1:  $\frac{3}{4}$  CSB +  $\frac{1}{4}$  CCA

M2:  $\frac{1}{2}$  CSB +  $\frac{1}{2}$  CCA

M3:  $\frac{1}{4}$  CSB +  $\frac{3}{4}$  CCA

Dans un deuxième temps, le Tamisat Compost Sylvicole, issu d'un SC à la Maille (12 x 12) mm (TCS) par le CCA selon les ratios appliqués dans le cas précédent, d'où, la préparation de trois mélanges (en volume) ci-après.

M4:  $\frac{3}{4}$  TCS +  $\frac{1}{4}$  CCA

M5:  $\frac{1}{2}$  TCS +  $\frac{1}{2}$  CCA

M6:  $\frac{1}{4}$  TCS +  $\frac{3}{4}$  CCA

Enfin, il est à signaler que le Compost Cunicole Affiné CCA (100% Fientes Cunicoles) a été préparé sur la plateforme de compostage de la Société Lapins du Sahel à Ksibet Sousse (Sousse, Tunisie).

### 2.1.4. Substrats retenus pour l'évaluation chimique

Au total, 19 substrats ont été évalués physiquement: 2 composts purs, 11 tamisats sylvicoles et 6 mélanges. La caractérisation chimique a touché uniquement 9 substrats jugés en grande partie acceptables de point de vue physique (2 composts purs, 5 tamisats sylvicoles et 2 mélanges). Leur répartition est la suivante:

CSB: Compost sylvicole brut

CCA: Compost cunicole affiné

TCS1: Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (6 x 6) mm.

TCS2: Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (8 x 8) mm.

TCS3: Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (12 x 12) mm.

TCS4: Substrat résultant d'un double criblage sur refus de la maille (8 x 8) mm sur la maille (12 x 12) mm

TCS5: Substrat résultant d'un double criblage sur tamisat de la maille (12 x 12) mm sur la maille (8 x 8) mm.

M1:  $\frac{3}{4}$  CSB +  $\frac{1}{4}$  CCA

M2:  $\frac{3}{4}$  TCS3 +  $\frac{1}{4}$  CCA

## 2.2. Caractérisation chimique des substrats

### 2.2.1. pH

La mesure du pH est réalisée selon la norme internationale (ISO, 1994). Le pH est mesuré après mise en solution de 20g de l'échantillon dans 100 ml d'eau distillée. La méthode employée consiste à préparer une suspension de substrat séché, dilué dans 5 fois son volume d'eau (1/5), la laisser en agitation pendant 5 mn puis la faire reposer pendant au moins deux heures. La lecture du pH se fait moyennant un pH-mètre.

### 2.2.2. Conductivité électrique et salinité

La conductivité électrique (CE) est la mesure de la concentration des ions solubles afin d'apprécier la salinité du substrat (Tiquia, 2010). Elle est déterminée par conductimètre et elle est exprimée en (mS/cm) ou (mmhos/cm<sup>3</sup>). La norme internationale (ISO, 1994) prescrit une méthode de sa mesure. Un échantillon de substrat est extrait avec de l'eau à  $20 \pm 1^\circ$  C (Rapport d'extraction de 1/5 pour dissoudre les électrolytes).

La salinité (S) a été estimée à partir de la conductivité électrique (C.E) en utilisant l'équation suivante :

$S = 0,7 \times CE$ , avec :

CE : Conductivité électrique, exprimée en mmhos/cm<sup>3</sup>.

S : Salinité, exprimée en g/l de sels.

### 2.2.3. Matière organique et carbone organique total

La détermination de la matière organique (MO) et des cendres a été effectuée suivant la Norme Tunisienne (NT) relative au dosage de la MO du fumier. La méthode considérée pour la détermination du taux de la MO au niveau de chaque substrat comporte deux étapes:

- On pèse 20g de chaque substrat et on met les échantillons dans l'étuve pendant 24 heures à  $70^\circ$  C ;

- On réalise la calcination de 3g de l'échantillon, préalablement séché pendant 2 heures à l'étuve, à  $900^\circ$  C pendant au moins 6 heures dans un four à moufle et on détermine le résidu sec ou masse après calcination. La teneur en MO est déterminée selon l'équation suivante :

$MO (\%) = ((M1 - M2) / M1) \times 100$

Avec : M1: Masse avant calcination (mg) ; M2: Masse après calcination (mg).

À partir de la MO, une déduction de la teneur en Carbone Organique Total (COT) a été possible en appliquant la relation suivante :  $COT (\%) = (MO (\%) / 1,8) \times 100$

### 2.2.4. Azote et rapport C/N

L'azote (N) est dosé par la méthode de Kjeldhal (Goyal et al. 2005) dont le principe repose sur l'attaque de l'extrait par l'acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Le dosage d'azote repose sur le principe décrit dans ce qui suit. Dans chaque matras à digestion, on introduit 200 mg du substrat tout en évitant d'en déposer sur le col du matras et 5 ml d'acide sulfurique concentré ; c'est la phase de minéralisation. Après un repos de 30 mn, on ajoute 200 mg de catalyseur à base de sélénium et on passe les matras dans le digesteur pour chauffage pendant 1 heure jusqu'à l'obtention d'une couleur jaune ; c'est la phase de digestion. Après refroidissement, on ajoute 30 ml d'eau distillée dans le matras et on le fixe à l'appareil à entraînement par la vapeur et on lui ajoute 30 ml de lessive de soude pour alcaliniser le milieu ; c'est la phase de distillation. Le dosage d'azote est effectué d'une façon automatisée. Les teneurs en azote relatives à chaque substrat sont affichées directement dans une fiche de mesure sur ordinateur branché au distillateur.

### 2.2.5. Phosphore

Le dosage du phosphore (P) s'effectue par spectrométrie d'absorption atomique. Il a été effectué en présence d'un réactif vitrovandomolybdate. L'acide phosphorique donne un complexe phospho-molybdique jaune dont la densité optique est mesurée par spectrophotométrie à 430 nm. Après la calcination des échantillons dans le four à moufle, on leur ajoute de l'eau distillée pour obtenir une solution saline de cendres. Dans une fiole jaugée de 25 ml, on prélève 10 ml de la solution saline déjà préparée. On ajoute 5 ml de réactif nitrovandomolybdique et on complète jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée. On attend 1 heure avant de les faire passer au photocolorimètre. La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est déterminée selon la formule suivante :

$P_2O_5 (\%) = 2,29 \times P (\%)$

### 2.2.6. Potassium

Le dosage du potassium (K) a été réalisé à l'aide d'un photomètre à flamme. Il nécessite une minéralisation et une préparation des solutions d'étalonnage, la minéralisation étant une étape commune, seule la nature de la solution d'étalonnage change. Dans ce qui suit, les étapes de la minéralisation des échantillons considérés sont relatées.

On pèse 1g de chaque substrat dans une capsule en porcelaine et on les met dans le four à moufle pour subir une calcination successive (2 heures à une température de  $220^\circ$  C et 6 heures à une température de  $550^\circ$  C). On ajoute, après refroidissement, 2 ml d'acide chlorhydrique

(HCl) concentré dans chaque capsule. On chauffe les substrats dans un bain à sable jusqu'à l'évaporation totale de l'acide. On ajoute 5 ml de HCl (N/10) et on filtre les solutions obtenues dans des fioles jaugées de 100 ml et on ajoute l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On passe les échantillons dans le photomètre à flamme après avoir passé les solutions d'étalonnage appropriées à chaque élément minéral. La teneur en  $K_2O$  est déterminée selon la formule suivante:  $K_2O (\%) = 1,20 \times K (\%)$

### 2.3. Analyses statistiques

Les résultats relevés relatifs aux diverses analyses chimiques réalisées (à raison de trois répétitions pour chaque paramètre étudié) ont subi l'analyse de la variance (ANOVA) et la comparaison des moyennes par le Test de Duncan en ayant recours au logiciel SPSS (13.0). Les différences ont été considérées significatives au seuil de 5% (Moyennes suivies de lettres différentes).

## 3. Résultats

### 3.1. pH

Le tableau 1 relate les résultats obtenus relatifs au pH de différents substrats croissance mis à l'essai. On note que le pH des divers échantillons sont favorables pour l'assimilation des éléments nutritifs, en plus, ils sont relativement proches de la neutralité (critère recherché pour un bon substrat de culture). Il convient de noter l'existence d'une différence significative de pH entre les substrats testés. Le pH du CSB est moins important que celui du CCA. La maille (6 x 6) mm enregistre le pH le plus faible alors que le substrat résultant d'un double criblage sur tamisat de la maille (12 x 12) mm sur la maille (8 x 8) mm correspond au pH le plus élevé tout en restant inférieur à celui du substrat brut. Ainsi, le criblage fait diminuer significativement le pH. Cette constatation reste valable même au niveau des mélanges considérés.

Tableau 1 : pH des différents substrats étudiés

Echantillons	Identification	pH
Compost Sylvicole Brut	CSB	6,7 <sup>c</sup>
Compost Cunicole Affiné	CCA	7,7 <sup>a</sup>
Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (6 x 6) mm.	TCS1	6,0 <sup>g</sup>
Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (8 x 8) mm	TCS2	6,1 <sup>fg</sup>
Substrat résultant d'un simple criblage à la maille (12 x 12) mm	TCS3	6,3 <sup>de</sup>

Substrat résultant d'un double criblage sur refus de la maille (8 x 8) mm sur la maille (12 x 12) mm	TCS4	6,2 <sup>ef</sup>
Substrat résultant d'un double criblage sur tamisat de la maille (12 x 12) mm sur la maille (8 x 8) mm.	TCS5	6,4 <sup>d</sup>
Mélange: $\frac{3}{4}$ CSB + $\frac{1}{4}$ CCA	M1	6,9 <sup>b</sup>
Mélange: $\frac{3}{4}$ TCS3 + $\frac{1}{4}$ CCA	M2	6,6 <sup>c</sup>

### 3.2. Conductivité électrique et salinité

Le tableau 2 donne les résultats relatifs à la conductivité électrique (mmhos/cm<sup>3</sup>) et à la salinité (g/l) des différents substrats de croissance mis en œuvre. On remarque que la conductivité électrique et la salinité, dont les valeurs élevées peuvent affecter la croissance des plants, sont acceptables et dans les normes pour tous les substrats étudiés. Toutefois, plus la taille des particules des substrats diminue suite au simple criblage, et plus les valeurs de la conductivité électrique et de la salinité montrent une diminution significative. Contrairement au pH, la salinité du substrat issu du double criblage sur refus est significativement plus élevée que celle du substrat issu du double criblage sur tamisat. Il en est de même pour les mélanges.

Tableau 2 : Conductivité électrique (CE) et Salinité

Echantillons	Conductivité (mmhos/cm <sup>3</sup> )	Salinité (g/l)
CSB	1,70 <sup>bc</sup>	1,19 <sup>bc</sup>
CCA	1,50 <sup>efg</sup>	1,05 <sup>efg</sup>
TCS1	1,65 <sup>c</sup>	1,15 <sup>c</sup>
TCS2	1,50 <sup>efg</sup>	1,05 <sup>efg</sup>
TCS3	1,40 <sup>g</sup>	0,98 <sup>g</sup>
TCS4	1,80 <sup>ab</sup>	1,29 <sup>ab</sup>
TCS5	1,20 <sup>h</sup>	0,84 <sup>h</sup>
M1	1,64 <sup>cd</sup>	1,05 <sup>cd</sup>
M2	1,77 <sup>ab</sup>	1,24 <sup>ab</sup>

### 3.3. Matière organique et carbone organique total

Le tableau 3 ci-après relate les résultats relevés relatifs au taux de matière organique et au carbone organique total des différents substrats croissance considérés. En examinant les résultats, on peut dire que le taux de matière organique, pour les substrats sylvicoles, est influencé par la taille des particules obtenues par simple criblage. Plus la taille augmente et plus la teneur en matière organique augmente et inversement. Le taux de matière organique est significativement plus faible chez le substrat issu d'un double criblage sur tamisat (TCS5) que celui issu d'un double criblage sur refus. Ce dernier montre le meilleur taux concernant les cinq tamisats considérés. En effet, le taux est significativement plus élevé pour les substrats issus d'un simple criblage à la

grande maille et d'un double criblage sur refus (TCS3 et TCS4). Ces constatations permettent d'affirmer que l'opération de criblage conduit à une perte de MO notamment lors du double criblage sur tamisat (TCS5). Signalons que la perte de MO est également relevée au niveau des mélanges étudiés.

**Tableau 3:** Matière Organique (MO) et Carbone Organique Total (COT)

Echantillons	MO (%)	COT (%)
CSB	64,3 <sup>c</sup>	35,7 <sup>c</sup>
CCA	67,2 <sup>a</sup>	37,3 <sup>a</sup>
TCS1	60,6 <sup>h</sup>	33,6 <sup>h</sup>
TCS2	61,4 <sup>g</sup>	34,1 <sup>g</sup>
TCS3	63,0 <sup>f</sup>	25,0 <sup>f</sup>
TCS4	63,8 <sup>e</sup>	35,4 <sup>e</sup>
TCS5	53,6 <sup>i</sup>	29,7 <sup>i</sup>
M1	65,0 <sup>b</sup>	36,1 <sup>b</sup>
M2	64,0 <sup>d</sup>	35,5 <sup>d</sup>

### 3.4. Azote et rapport C/N

Le tableau 4 ci-après relate les résultats obtenus relatifs au pourcentage d'azote (N) et au rapport C/N des différents substrats de croissance mis à l'essai. Il révèle des différences significatives aussi bien sur le plan taux d'azote que sur le plan rapport C/N. Le taux le plus faible concerne le CSB alors que le taux le plus élevé touche le CCA. Concernant les tamisats issus du simple criblage, plus la maille est petite, plus le taux est important. Le tamisat issu du double criblage sur refus enregistre le taux le plus faible. Le mélange à base de tamisat sylvicole (M2) donne un taux meilleur que celui de l'autre mélange considéré. De point de vue rapport C/N, la valeur la plus élevée correspond au CSB, alors que la valeur la plus faible concerne le TCS1 issu de la maille la plus petite.

**Tableau 4:** Teneurs en azote (N) et Rapport C/N

Echantillons	N (%)	C/N
CSB	1,23 <sup>g</sup>	29,0 <sup>a</sup>
CCA	1,81 <sup>a</sup>	20,6 <sup>g</sup>
TCS1	1,76 <sup>b</sup>	19,1 <sup>h</sup>
TCS2	1,46 <sup>d</sup>	23,3 <sup>e</sup>
TCS3	1,45 <sup>d</sup>	24,1 <sup>d</sup>
TCS4	1,31 <sup>f</sup>	27,0 <sup>b</sup>
TCS5	1,37 <sup>e</sup>	21,7 <sup>f</sup>
M1	1,37 <sup>e</sup>	26,3 <sup>c</sup>
M2	1,54 <sup>c</sup>	22,9 <sup>e</sup>

### 3.5. Phosphore

Le tableau 5 ci-après illustre les résultats obtenus relatifs aux pourcentages du phosphore (P) et d'acide phosphorique ( $P_2O_5$ ) des différents substrats de

croissance mis en œuvre. Ce tableau montre que les substrats sylvicoles sont significativement plus pauvres en  $P_2O_5$  à l'opposition du compost cunicole, ceci justifie davantage la nécessité du mélange entre les deux types de composts afin de corriger la valeur du Phosphore. Cette valeur est aussi influencée par la taille de la maille de criblage, plus cette taille augmente, et plus la teneur en phosphore augmente significativement. Le mélange à base de tamisat sylvicole (M2) améliore les teneurs en P et en  $P_2O_5$ .

**Tableau 5 :** Teneurs en phosphore (P) et en  $P_2O_5$

Echantillons	P (%)	$P_2O_5$ (%)
CSB	0,03 <sup>h</sup>	0,07 <sup>h</sup>
CCA	0,45 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>
TCS1	0,04 <sup>g</sup>	0,09 <sup>g</sup>
TCS2	0,06 <sup>f</sup>	0,14 <sup>f</sup>
TCS3	0,08 <sup>e</sup>	0,18 <sup>e</sup>
TCS4	0,10 <sup>d</sup>	0,23 <sup>d</sup>
TCS5	0,09 <sup>d</sup>	0,20 <sup>d</sup>
M1	0,13 <sup>c</sup>	0,30 <sup>c</sup>
M2	0,17 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>

### 3.6. Potassium

Le tableau 6 ci-après indique les résultats relevés relatifs aux pourcentages de potassium (K) et de l'oxyde de potasse ( $K_2O$ ) de différents substrats de croissance testés. La teneur en  $K_2O$  obtenue pour le compost sylvicole est significativement plus faible que celle relevée pour le compost cunicole et les deux mélanges considérés. Ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés pour le phosphore, c'est pour cette raison qu'il est évident de faire le mélange entre composts sylvicole et cunicole. De même, les résultats trouvés relatifs aux tamisats sylvicoles concordent également avec ceux relevés pour le phosphore.

**Tableau 6 :** Teneurs en potassium (K) et en  $K_2O$

Echantillons	K (%)	$K_2O$ (%)
CSB	0,41 <sup>e</sup>	0,07 <sup>e</sup>
CCA	1,08 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>
TCS1	0,46 <sup>d</sup>	0,09 <sup>d</sup>
TCS2	0,53 <sup>c</sup>	0,14 <sup>c</sup>
TCS3	0,36 <sup>f</sup>	0,18 <sup>f</sup>
TCS4	0,32 <sup>g</sup>	0,23 <sup>g</sup>
TCS5	0,39 <sup>e</sup>	0,20 <sup>e</sup>
M1	0,60 <sup>b</sup>	0,30 <sup>b</sup>
M2	0,54 <sup>c</sup>	0,40 <sup>c</sup>

## 4. Discussion

A la lumière des résultats acquis, il est évident que le

comportement chimique de différents substrats testés est influencé par la nature et la granulométrie du substrat utilisé ainsi que par la nature du mélange élaboré. Les valeurs du pH des différents substrats sont dans les normes recherchées de neutralité, et ceci quelque soit la procédure du criblage ou la nature du mélange. Cependant, les travaux de Lamhamedi et al. (2000); Landis et al. (1989) ont montré que le pH relativement neutre du compost mature à base d'*Acacia*, combiné à la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation pourrait affecter négativement la disponibilité des éléments nutritifs dans la rhizosphère des plants. En effet, les eaux d'irrigation dans les pépinières sont généralement chargées en bicarbonates et carbonates dont l'accumulation graduelle dans le substrat de croissance peut se traduire par une augmentation du pH, qui a un effet direct sur la disponibilité des éléments nutritifs même s'ils sont présents dans la solution fertilisante. Cet effet sur la disponibilité des éléments nutritifs peut s'expliquer par l'apparition marquée des symptômes de déficience en micro-éléments surtout chez les résineux et parfois chez les feuillus (Lamhamedi et al. 2000; Gogorcena et al. 2001). Pour un pH supérieur à 7,5, l'absorption du Fer par la plante devient très limitée et pour un pH supérieur à 8,5, le milieu devient fortement alcalin et l'assimilation du Cu, Zn, Mn, Fe et N tend à diminuer progressivement (Amand et al. 2008). Sanchez-Monedero et al. (2004) ont révélé que l'augmentation de la CE inhibe l'imbibition de l'eau et fait diminuer la germination des graines. Une haute CE peut entraver le développement des plants repiqués (Kratky and Mishima, 1981; Herrera et al. 2008). Selon Soumaré et al. (2002), les substrats de culture devraient avoir une faible CE inférieure à 3 mS/cm. Au delà de cette limite, des répercussions négatives pourraient avoir lieu sur la germination et l'émergence des semences de certaines essences forestières. La CE peut constituer une indication sur la disponibilité des éléments minéraux dans le milieu de culture. Les plantes s'enracinent mieux dans un substrat contenant peu d'éléments nutritifs (Comtois et Légaré, 2004). Une valeur élevée représente une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs par la plante. La non disponibilité de l'azote pour les plantes dans le substrat de croissance est l'un des facteurs les plus importants induisant des pertes (Gruda and Schnitzler, 2000). Selon Lemaire et al. (1989), les matières organiques avec rapport C/N faible ou moyen ne conviennent pas pour l'obtention de supports de culture, car elles évoluent au cours du temps par minéralisation. Il en résulte des tassements, des variations de porosité liées aux pertes en matière sèche et au colmatage par les éléments fins ou colloïdaux, une concurrence pour l'oxygène entre les microorganismes apparaît d'autant plus que la porosité diminue. Il convient de constater que le rapport C/N est élevé par rapport aux chiffres relatés [C/N variant entre 8 et 15 pour un compost

mûr (Mustin, 1987)]. Ces données ne coïncident pas avec les résultats trouvés, ce qui suppose que les substrats testés ne sont pas encore mûrs. Une telle hypothèse n'a pas une justification solide, étant donné que la conduite de la préparation des composts s'est déroulée en grande partie dans des conditions convenables et que la durée du cycle de compostage a été respectée (composts âgés de plus de six mois). Certes, d'autres facteurs étaient responsables des valeurs élevées des rapports C/N obtenus. Il est aussi incontestable de réaliser le mélange entre le compost cunicole riche en éléments minéraux et le compost sylvicole faible en éléments minéraux tout en gardant un bon équilibre entre les différents éléments. En effet, d'après Bouhaouach et al. (2009), un excès de K peut gêner l'absorption du Ca et du Mg, en raison de l'antagonisme entre le Ca et le K. Le Calcium rend le milieu favorable aux micro-organismes, agents de la décomposition des matières organiques, de l'humification, de la minéralisation et de la fixation symbiotique.

Il convient de rappeler que l'évaluation chimique des substrats étudiés a été précédée d'une évaluation physique, qui a permis de mettre à l'étude des tamisats sylvicoles et des mélanges convenables sur le plan porosité totale, d'aération et de rétention.

Finalement, il est à suggérer comme perspectives, l'étude de la phytotoxicité des meilleurs tamisats sylvicoles et des meilleurs mélanges obtenus (de point de vue physico-chimique) avant d'entreprendre des essais agronomiques en pépinière forestière.

## 5. Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants au Propriétaire de la plate-forme de compostage de la Société Lapins du Sahel, située à Ksibet Sousse et au Gérant de la Pépinière Forestière Moderne, située à Chott-Mariem, Sousse, pour la mise à leur disposition respectivement des Co-composts (d'origine cunicole) et du compost sylvicole ayant fait l'objet de ce travail expérimental en Tunisie.

## 6. Références

- [1] Alsanius, B. and Jensen, P. 2004. Asp H. Proceedings of the International Symposium on Growing media and Hydroponics. Acta Horticulturae. Belgique: International Society for Horticultural Science, 644 p.
- [2] Amand, G., Bonnouvrier, A., Chevalier D., Dezat E., Nicolas C. et Ponchant, P. 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles. Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes d'amélioration. Édition ITAVI, n°1, 24 p.
- [3] Ammari Y., Lamhamedi M.S., Akrimi N. et Zine El Abidine A. 2003. Compostage de la biomasse forestière et son utilisation comme substrat de croissance pour la production de plants en

- pépinières forestières modernes. Revue de l'I.N.A.T., 18 (2), 99-119.
- [4] Bouhaouach, H., Culot, M. et Kouki K. 2009. Compostage et valorisation des déchets oasiens pour l'amélioration des sols et de la productivité. Symposium International « Agriculture Durable en Région Méditerranéenne (AGDUMED), 14-16 mai 2009, Rabat, p. 235-240.
- [5] Comtois, M. et Légaré, M. 2004. La fertilisation des plantes ligneuses cultivées en contenant. Programme Horti-2002, Direction de l'Innovation Scientifique et Technologique, 57 p.
- [6] Gogorcena, Y., Moliás, N., Larbi A., Abadia J. and Abadia A. 2001. Characterization of the responses of cork oak (*Quercus suber*) to iron deficiency. *Tree Physiol.* 21: 1335-1340.
- [7] Goyal, S., Dhull, S.K. and Kapoor, K.K. 2005. Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology* 96: 1584-1591.
- [8] Gruda N. and Schnitzler, W.H. 2000. The effect of water supply on biomorphological and plant-physiological parameters of tomato transplants cultivated in wood fiber substrate. *J. Appl. Bot.* 74: 233-239.
- [9] Guehl, J.M., Falconnet, G. et Gruez, J. 1989. Caractéristiques physiologiques et survie après plantation de plants de *Cedrus atlantica* élevés en plaque de cultures sur différents types de substrats de culture. *Annales des Sciences forestières*, vol. 46 : 1-14.
- [10] Herrera, F., Castillo J.E., Chica, AF. and López Bellido, L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Biores. Technol.* 99: 287-296.
- [11] ISO, 1994. Qualité du sol : Détermination du pH et de la CE spécifique. International Standardisation Organisation (ISO), 4 p.
- [12] Kratky, B.A. and Mishima, H.Y. 1981. Lettuce seedling and yield response to preplant and foliar fertilization during transplant production. *J. Ame. Soc. Hortic. Sci.* 106: 3-7.
- [13] Lamhamedi M.S., André Fortin J., Ammari Y., Ben Jelloun S., Poirier M., Fecteau B., Bougacha A. et Godin L. 1997. Evaluation des composts, des substrats et de la qualité des plants élevés en conteneurs, ed. Direction Générale des Forêts et Pampev International, Projet Bird N° 3601, Tunis.
- [14] Lamhamedi, M.S., Ammari, Y., Fecteau B., Fortin J.A. et Margolis H. 2000. Problématique des pépinières forestières en Afrique du nord et stratégies d'orientation. *Cahiers Agricultures* 9: 369 -380.
- [15] Landis, T.D., Tinus, R.W., Mc Donald, S.E. and Barnett, J.P. 1989. Seedling nutrition and Irrigation, Vol 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbook. 674. Washington, DC: US Department of Agriculture, Forest Service. 119p.
- [16] Landis, T.D., Tinus, R.W., Mcdonald, S.E. and Barnett, J.P. 1990. Containers and Growing Media. Agriculture Handbook 674. Washington DC: United States Department of Agriculture. Forest Service.
- [17] Lemaire, F., Dartigues, A., Rivière, L.M. et Charpentier, S. 1989. Cultures en pots et conteneurs: Principes agronomiques et applications. INRA, PHM. Revue Horticole, Paris Linoges. 184 p.
- [18] M'Sadak Y., Ben M'Barek A. et Tayachi L. 2012. Possibilités d'incorporation du méthacompost avicole dans la confection des substrats de culture à base de compost sylvicole en pépinière forestière, *Revue Nature et Technologie*, 6: 59-70.
- [19] Mustin, M. 1987. Le compost: Gestion de la matière organique, Edition François Dubusc, 954 p.
- [20] Sanchez-Monedero, M., Roig, A., Cegarra, J., Bernal, M.P., Noguera, P., Abad, M. and Anton, A. 2004. Composts as media constituents for vegetable transplant production. *Compost Sci. Util.* 12(2): 161-168.
- [21] Soumaré, M., Demeyer, A., Tack, F.M.G. and Verloo, M.G. 2002. Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste composts. *Bioresource Technology*. 81: 97-101.
- [22] Tiquia, S.M. 2010. Reduction of compost phytotoxicity during the process of decomposition. *Chemosphere* 79: 506-512