



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34417 B1** (51) Cl. internationale : **C05F 5/00; C05F 17/00**
- (43) Date de publication : **01.08.2013**

- 
- (21) N° Dépôt : **34489**
- (22) Date de Dépôt : **27.12.2011**
- (71) Demandeur(s) : **ENVIRONMENT ADVICE, 54 RUE EL KINDY LOT BEN KHALDOUN QUARTIER FIRDAOUSS MARRAKECH (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **FARES Khalid ; SAADAOUI Nabila**
- (74) Mandataire : **KHALID FARES**

- 
- (54) Titre : **L'UTILISATION DES ECUMES DES SUCRERIES ET DES DECHETS D'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS POUR LE TRAITEMENT DES MARGINES DES HUILERIES**
- (57) Abrégé : L'industrie sucrière produit chaque année environ 270 000 t de boues (écumes) issues de l'épuration des jus de betterave et de canne à sucre par la chaux; ces déchets sont rejetés à l'extérieur des sucreries. Par ailleurs le Maroc, à travers 16 000 unités de trituration traditionnelles et 287 unités modernes, produit 160 000 t d'huile d'olive mais aussi 250 000 m3 de margines. Ces dernières sont considérées comme plus polluantes que les eaux usées urbaines à cause de la charge DCO mais aussi la grande concentration en poly phénols. L'utilisation des écumes, avec les déchets issus de l'entretien des jardins et pelouses, pour traiter les margines pourrait constituer une solution écologiquement et socio économiquement adéquate: les écumes de par leur pH basique neutralisent l'acidité des margines et aussi permettent - avec les déchets verts secs - d'absorber les margines et de composter l'ensemble. Les déchets verts étant une source de carbone nécessaire au processus de compostage. Le compost obtenu pourrait trouver son utilisation comme amendement organique pour les cultures et les espaces verts. Le compostage des écumes avec les margines et les déchets issus de l'entretien des jardins et pelouses permettrait de trouver une solution à la fois aux écumes et aux margines polluantes tout en traitant également les déchets des espaces verts. Le compost obtenu pourrait alors être utilisé comme amendement organique pour les cultures et les espaces verts en améliorant la composition et la texture du sol et en réduisant également la quantité d'engrais chimique consommée; il permettra ainsi de réduire l'effet néfaste des engrais chimiques sur la nappe

phréatique et de développer la lutte biologique à travers l'effet du compost final sur certains pathogènes du sol.

## L'UTILISATION DES ECUMES DES SUCRERIES ET DES DECHETS D'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS POUR LE TRAITEMENT DES MARGINES DES HUILLERIES

### RESUME

L'industrie sucrière produit chaque année environ 270 000 t de boues (écumes) issues de l'épuration des jus de betterave et de canne à sucre par la chaux ; ces déchets sont rejetés à l'extérieur des sucreries. Par ailleurs le Maroc, à travers 16 000 unités de trituration traditionnelles et 287 unités modernes, produit 160 000 t d'huile d'olive mais aussi 250 000 m<sup>3</sup> de margines. Ces dernières sont considérées comme plus polluantes que les eaux usées urbaines à cause de la charge DCO mais aussi la grande concentration en poly phénols.

L'utilisation des écumes, avec les déchets issus de l'entretien des jardins et pelouses, pour traiter les margines pourrait constituer une solution écologiquement et socio économiquement adéquate : les écumes de par leur pH basique neutralisent l'acidité des margines et aussi permettent –avec les déchets verts secs- d'absorber les margines et de composter l'ensemble. Les déchets verts étant une source de carbone nécessaire au processus de compostage. Le compost obtenu pourrait trouver son utilisation comme amendement organique pour les cultures et les espaces verts.

Le compostage des écumes avec les margines et les déchets issus de l'entretien des jardins et pelouses permettrait de trouver une solution à la fois aux écumes et aux margines polluantes tout en traitant également les déchets des espaces verts. Le compost obtenu pourrait alors être utilisé comme amendement organique pour les cultures et les espaces verts en améliorant la composition et la texture du sol et en réduisant également la quantité d'engrais chimique consommée ; il permettra ainsi de réduire l'effet néfaste des engrais chimiques sur la nappe phréatique et de développer la lutte biologique à travers l'effet du compost final sur certains pathogènes du sol.

# L'UTILISATION DES ECUMES DES SUCRERIES ET DES DECHETS D'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS POUR LE TRAITEMENT DES MARGINES DES HUILERIES

## DESCRIPTION DE L'INVENTION

### Domaine technique

Cette invention concerne l'utilisation des écumes des sucreries et des déchets verts secs pour les composter avec les margines des huileries et produire un compost utilisable comme amendement organique pour les sols.

### Techniques antérieures

Le Maroc, à travers 16 000 unités de trituration traditionnelles et 287 unités modernes, produit 160 000 t d'huile d'olive mais aussi 250 000 m<sup>3</sup> de margines. Ces dernières sont considérées comme plus polluantes que les eaux usées urbaines à cause de la charge DCO (Demande Chimique en Oxygène) et la grande concentration en poly phénols. Beaucoup de solutions ont été testées pour le traitement des margines au Maroc comme l'évaporation, l'irrigation des terres et le compostage avec les grignons. Le remplacement du système 3 phases par un système 2 phases ne produisant pas de margines est la solution préconisée actuellement mais le coût de l'investissement est dissuasif.

Par ailleurs, l'industrie sucrière produit chaque année environ 270 000 t de boues (écumes) issues de l'épuration des jus de betterave et de canne à sucre par la chaux ; ces déchets produits à partir de 3 millions t de betterave à sucre et 950 000 t de canne à sucre (Tahiri, 2007) sont rejetés à l'extérieur des sucreries. L'épandage de ces écumes directement sur le sol comme se fait en Europe (Vandergeten 1993) n'est pas une solution pour le Maroc en raison des pH très alcalins de ces boues et le pH des sols Marocains.

Or, l'utilisation des écumes -avec les déchets issus de l'entretien des jardins et pelouses – pour absorber et composter les margines pourrait constituer une solution écologiquement et socio économiquement adéquate. Le compost obtenu pourrait trouver son utilisation comme amendement organique pour les cultures et les espaces verts.

Pratique très ancienne, beaucoup de travaux sont signalés dans la littérature internationale au sujet du compostage : le développement et l'optimisation des procédés de compostage (Franco, 2003; Albrecht, 2007), la qualité du compost et l'évaluation des paramètres de sa stabilité (Amir, 2005 ; Kalamdhad et al., 2009 ; Spaccini & Piccolo , 2009 ; Zmora-Nahum et al., 2005 ), son pouvoir fertilisant (Altieri et al., 2010 ; Leroy et al., 2007 ) et ses intérêts agronomiques (Cayuela et al., 2008; Zmora-Nahum et al., 2008). Toutefois, aucun travail de co-compostage des écumes – déchets verts- margines n'a été signalé et les 3 brevets Marocains enregistrés sur les margines ne concernent pas le compostage.

Le compostage des écumes de sucrerie avec les margines en utilisant les déchets verts comme source de carbone est une nouveauté à l'échelle internationale et nationale ; c'est une solution au problème posé à la fois par les écumes des unités sucrières et par les margines des huileries. De plus l'utilisation du compost comme amendement organique, permettra de réduire l'utilisation des

engrais chimiques et de leur effet néfaste sur la nappe phréatique et de développer la lutte biologique à travers l'effet du compost final sur certains pathogènes du sol.

Les tests réalisés jusqu'à présent ont été très concluants puisqu'ils ont donné des composts avec une composition conforme aux normes.

### **Principe de l'invention**

Les écumes et déchets verts secs du fait de leur faible teneur en eau absorbent les margines liquides et neutralisent en même temps son pH acide grâce au caractère basique des écumes de sucrerie. L'ensemble peut être alors mis en compostage ; les déchets verts, en plus de l'absorption des margines, apportent une source de carbone nécessaire au processus de compostage. Les bactéries présentes naturellement dans les déchets et leur environnement utilisent la source de carbone pour les dégrader. Cette dégradation se poursuit durant 100 jours pour aboutir à un matériau ressemblant à de l'humus. Le compostage étant un processus aérobie, l'apport d'air est nécessaire pour fournir l'oxygène aux organismes décomposeurs et pour remplacer le gaz carbonique produit par la biodégradation. Par conséquent une structure de tas permettant une meilleure circulation d'air reste une nécessité pour l'enchaînement du processus.

La taille des matières à composter est également un facteur important. En effet, lorsque les particules sont petites, la surface spécifique devient importante ce qui augmente la surface d'attaque par les microorganismes. Toutefois la granulométrie ne doit pas non plus être fine pour éviter le tassement du tas et par conséquent une réduction de la circulation de l'air.

Le pH est un facteur important qui conditionne la biodisponibilité des éléments nutritifs pour les microorganismes ainsi que la plupart des réactions biochimiques. Au début du compostage une légère acidification a lieu suite à la production de l'acide carbonique ; après quelques jours le système connaît une alcalinisation due à la libération d'ammoniaque grâce au processus d'ammonification des protéines.

La teneur en eau est également un paramètre important pour l'activité des microorganismes. Dans la pratique, pour le bon déroulement du compostage il convient d'éviter une forte humidité car l'excès d'eau chasse l'air de l'espace lacunaire. Une teneur en eau faible inférieur à 50 % du poids frais, ralentit de manière significative l'activité biologique. La teneur en eau optimale pour le processus de compostage est comprise entre 50 et 60%, au-delà de 65% les conditions d'anaérobiose commencent à se produire.

### **Manière de réaliser l'invention**

#### **1. Substrats utilisés pour le compostage :**

Les matières premières utilisées sont :

- ✓ Déchets des espaces verts : feuilles mortes, herbe et gazon,
- ✓ Ecumes : déchet de l'épuration des jus de la betterave à sucre ou de la canne à sucre.

Ces matières sont sèches ou à très faible teneur en eau de manière à absorber les margines liquides

#### **2. Caractérisation chimique des substrats :**

Les margines et les deux substrats initiaux sont analysés (deux répétitions pour chaque échantillon) du point de vue carbone organique (C), azote total (NTK), pH et humidité (H) afin de calculer les proportions nécessaires pour obtenir un rapport C/NTK de 25 à 35, valeur recommandée pour démarrer un compostage.

- **Détermination du carbone organique total** : elle se fait par oxydation de la matière organique à chaud par un excès de bichromate de potassium  $K_2Cr_2O_7$  en milieu acide selon la méthode Anne décrite par *Aubert (1978)*. Un blanc est réalisé dans les mêmes conditions.
- **Détermination de l'azote total** par la méthode de Kjeldahl : on utilise le protocole développé par **Fares (1993)**.
- **pH** : Le pH est mesuré à partir d'une suspension de 20 g d'échantillon frais dans 50 ml de l'eau distillée bouillante après agitation et un repos de 3h ; le pH-mètre est préalablement étalonné par des solutions tampon (pH=4 et pH=7).
- **Humidité** : par séchage à l'étuve à 120 °C pendant 4h.

Le tableau 1 donne un exemple de résultat de caractérisation ; ces résultats peuvent toutefois varier en fonction de la variation de la matière première.

**3. Mélange des substrats avec les margines et démarrage du processus de compostage :**

A partir des compositions des substrats initiaux, on calcule les proportions nécessaires pour obtenir un rapport C/NTK de 25 à 35 ; Pour 1 t de mélange de départ il faut :

- 309 kg de déchets verts,
- 610 kg margines,
- 81 kg d'écumes.

Le volume de margines est placé dans un bassin dans lequel sont mises à tremper les écumes et les déchets verts secs ; au bout d'une heure, lorsque ces matériaux se sont bien imbibés de margines, le mélange est mis à composter.

Le mélange est déposé en andain sur des bâches en plastique pour éviter les écoulements et les phénomènes de lessivage ; il est couvert par d'autres bâches de même nature afin de réduire l'évaporation.

**Tableau 1 : Origine et quelques caractéristiques physiques de matériaux de départ.**

	Source	COT (%)	NT (%)	C/N	pH	H (%)
Ecumes (E)	Industrie sucrière	5,11	0,30	17,0	8,6	10,12
Déchets verts (DV)	Espaces verts	44,28	1,67	26,52	6,3	10,56
Margines (M)	Unité de trituration semi-moderne	6,84	0,13	53,5	5,0	87,09

KF

#### 4. Suivi du compostage sur 100 jours :

Ajustée pour le bon démarrage de compostage, l'humidité est contrôlée en plus de la température et de l'aération tout au long de ce processus ; pour cette fin, le mélange est retourné et découvert/couvert de manière à garder l'humidité en dessus de 40 %.

Une fréquence de retournement élevée assure une meilleure dégradation de la matière organique.

Pour assurer l'aération de l'andain au cours du processus du compostage, un retournement est effectué tous les deux jours pendant les deux premières semaines puis deux fois par semaine pendant le reste du processus. Des prélèvements sont effectués tous les deux jours pour la mesure de l'humidité et d'autres chaque semaine pour les différentes analyses physico-chimiques.

Détermination de la température : la température moyenne de l'andain est calculée quotidiennement à partir des valeurs données par les sondes thermiques disposées à des différentes profondeurs et à différents endroits de l'andain. Parallèlement la température de l'air ambiant ainsi que son humidité sont aussi relevées automatiquement.

Prélèvements : Afin d'obtenir un échantillon homogène, 5 prélèvements sont effectués d'une manière uniforme sur l'ensemble de l'andain à la surface et à différentes profondeurs. Ils sont ensuite homogénéisés puis un échantillon est prélevé du mélange. Les analyses seront réalisées sur cet échantillon.

#### Analyses physico-chimiques :

- **pH** : L'évolution du pH au cours du compostage renseigne sur les différentes phases du processus microbiologique en cours et par conséquent la mesure du pH est indispensable au cours du compostage ; elle permet de suivre un processus fermentaire ou même de l'orienter favorablement en le contrôlant.
- **Le rapport C/NTK** : Ce rapport décroît au cours du compostage suite à la dégradation de la matière organique ; la valeur de C/NTK renseigne donc sur l'évolution du processus de compostage. Celui-ci est arrêté quand la valeur de C/NTK atteint 10-15. Dans notre cas cela prend 100 jours.
- **L'humidité** : Le suivi de l'humidité permet de maintenir une activité microbienne optimale.

**5. Qualité du compost final** : Sur le compost final sont réalisées des analyses de carbone organique, azote total, substances humiques, pH, teneur en eau, nitrates, ammoniums, phosphore, métaux lourds (Pb, Cd) et éléments minéraux (Na, K, Ca et carbonates).

## L'UTILISATION DES ECUMES DES SUCRERIES ET DES DECHETS D'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS POUR LE TRAITEMENT DES MARGINES DES HUILLERIES

### REVENDEICATIONS

#### Revendication 1 :

Procédé de valorisation des écumes des sucreries de betterave et de canne à sucre caractérisé en ce qu'il comprend leur utilisation pour absorber les margines liquides, neutraliser leur pH acide et les co-composter avec des déchets verts secs selon un processus de compostage naturel.

#### Revendication 2 :

Procédé de compostage des écumes des sucreries selon la revendication 1 caractérisé en ce que les déchets ajoutés aux écumes peuvent être les déchets secs des espaces verts et les margines dans des proportions permettant d'avoir un rapport C/N du mélange favorable au processus de compostage.

#### Revendication 3 :

Procédé de compostage des écumes des sucreries selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que la concentration des écumes dans le mélange initial est de 8 %.

#### Revendication 4 :

Procédé de compostage des écumes des sucreries selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que les margines et les déchets des espaces verts sont ajoutés aux écumes dans les proportions permettant d'avoir une valeur pour le rapport C/N du mélange égale à 25 - 35. Pour une concentration d'écumes de 8 % dans le mélange, les proportions des margines et des déchets des espaces verts dans le mélange sont de 61 % et 31 %, respectivement

#### Revendication 5 :

Procédé de compostage des écumes des sucreries selon les revendications 1, 2, 3 et 4 caractérisé en ce qu'il est réalisé en andains avec une phase de retournement et d'aération et une phase de maturation, les 2 phases durent au total 100 jours.

#### Revendication 6 :

Procédé de compostage des écumes des sucreries selon les revendications 1, 2, 3, 4 et 5 caractérisé en ce que le compost produit est utilisé comme amendement pour les sols.

#### Revendication 7 :

Compost produit et utilisé comme amendement pour les sols selon la revendication 6 caractérisé en ce qu'il est produit à partir de 3 déchets : écumes des sucreries de betterave et de canne à sucre, déchets verts secs et margines des huilleries dans des proportions définies selon les revendications 3 et 4.