



Protocole d'analyses laboratoires obligatoires. Africompost.

Introduction :

Ce document indique les analyses obligatoires et facultatives (ou à la demande des clients) dans la cadre d'Africompost et leurs fréquences ainsi que la manière de les réaliser, ou de les faire réaliser. Cet outil vise à harmoniser la lecture des résultats des différentes plateformes, à homogénéiser les analyses de la qualité du compost et à rationaliser leurs coûts pour le projet.

Ces analyses sont conformes à la législation française sur le compost soit la norme NFU 44-051. Cependant Africompost ne demande que des analyses réalistes dans le contexte particulier des plateformes. Ainsi les analyses trop lourdes en coût et / ou matériel exigées par la norme NFU 44-051 ne sont pas exigées par Africompost.

Ce document comporte 5 parties :

- les analyses obligatoires pour *Africompost*,
- les analyses facultatives
- utilisation de l'outil « résultats »
- gestion des non conformités
- les protocoles d'analyses

Annexes :

- Outil résultat
- Adéquation avec la Norme NFU 44-051

Ces analyses peuvent, (c'est conseillé, sans être obligatoire), être faite lors du bilan matière.

Les résultats doivent obligatoirement être traités et analysés dans l'outil joint. Cet outil permet une interprétation facilitée des résultats.

Les analyses doivent être obligatoirement faites sur le compost mûr.

Echantillonnage

Un minimum de 4 échantillons /an doivent être analysés. Les quatre échantillons doivent provenir de quatre andains différents. Ils peuvent toutefois être analysés en une seule fois, c'est-à-dire qu'il faut envoyer au labo 4 échantillons une fois par an.

Analyses laboratoire obligatoires :

A faire ou faire faire une fois par an minimum. Deux fois dans l'idéal.

1. Analyses agronomiques

Test de germination : Test cresson ¹ .	Azote total
Humidité et/ou matière sèche	Phosphore
Matière organique, par rapport à la matière brute ² .	Potassium
Carbone organique total	pH

2. Eléments trace métallique (ETM)

Il est indispensable de vérifier la présence de métaux lourds dans le compost afin de rassurer les clients et les bailleurs.

Eléments à rechercher :

Arsenic	Nickel
Cadmium	Selenium
Chrome	Plomb
Cuivre	Zinc
Mercurure	

Analyses facultatives – selon coût, difficultés rencontrées et demande des clients.

Calcium

Magnésium

Sodium

Impuretés (type verre – plastique)

Utilisation de l'outil « résultats »

Le premier onglet « mesures obligatoires » est à remplir avec les résultats du labo sur les analyses obligatoires, les valeurs qui ne sont pas conformes à la norme apparaîtront en rouge, (ou en jaune pour les valeurs limites), si des valeurs apparaissent en rouge (ou jaune) aller dans l'onglet « analyse OLC » et expliquer en détail la raison de cette valeur non conforme et les mesures qui ont été ou vont être prises pour y remédier.

Les lignes « Matière organique sur matière brute », et « N+P+K » sont calculées par le logiciel ; en effet en général les labos donnent les résultats sur matière sèche pour le premier, et ne calculent pas

¹ Le test cresson peut être fait par l'OLC sans passer par un labo. Voir protocole d'analyses plus bas.

² La MO finale du compost, calculée sur **matière brute** doit être supérieure à 20% (norme AFNOR 44-051). Cf le fichier de résultats pour plus de détails sur le calcul. **Attention à ne pas confondre matière sèche et matière brute.**

l'addition pour le second. Si toutefois vous avez des valeurs données par le labo, vous pouvez les rentrer.

Le deuxième onglet est, comme précisé plus haut, réservé à l'analyse par l'OLC des différentes non conformités. Préciser dans cet onglet la date de la prochaine analyse ainsi que les erreurs éventuelles faites par le labo (pas d'affichage des unités etc)

Gestion des non conformités (NC)

Si la NC est dans un seul des 4 échantillons analysés, demander une contre-analyse au labo (si celle-ci est gratuite- attention à faire la demande rapidement, en général les laboratoires d'analyses ne gardent les échantillons que deux semaines après réception). Si la NC est confirmée, essayer d'en identifier la source. Et faire attention à ce qu'elle ne se reproduise pas (type pile dans le compost).

Si la NC est dans plus d'un échantillon, demander de même une contre analyse. Si la NC est confirmée, en identifier la source, et refaire une analyse dans les six mois pour voir si elle a été éliminée.

Si la NC n'a pas été éliminée faire un diagnostic complet du processus pour l'identifier et la faire disparaître.

A noter qu'une non-conformité peut être liée à la nature du sol (si le sol est très chargé en ETM, ils vont automatiquement se retrouver dans le compost, sans que celui-ci ne soit pour autant en cause). Faire à ce moment-là une analyse de sol afin d'avoir un point de comparaison.

Protocole des analyses

Source : thèse n° 04-2011 « Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo) : approche méthodologique pour une production durable de compost » Dr E. K. Koledzi soutenue en février 2011 disponible aussi à l'adresse suivante :

<http://epublications.unilim.fr/theses/2011/koledzi-komi-edem/koledzi-komi-edem.pdf> pp109-119

Humidité : doit être réalisé le plus rapidement possible après le prélèvement de l'échantillon pour éviter qu'il ne sèche à l'air libre. Faire sécher l'échantillon d'environ 100g à 105°C jusqu'à masse constante (environ 24h en général) – l'idéal étant en labo, mais cela peut être fait dans un four de maison, bien que maintenir le four à une température aussi basse soit un peu délicat.

Il est bien sûr rappelé l'importance de réaliser ces analyses sur un échantillon représentatif.

Matière Organique (MO)

une fois l'échantillon sec, le mettre à calciner dans un four à 550°C³. La différence de poids MO = $\frac{M_0 - M_1}{M_0}$ avec M₀ masse de l'échantillon avant calcination, et M₁ masse de l'échantillon après calcination représente la MO contenue dans l'échantillon.

OU après détermination du carbone organique total, alors **MO = COT *2**

Carbone Organique Total (COT)

Si la matière organique a été déterminée par calcination, alors COT = MO/2.

Si ce n'est pas le cas alors le COT est déterminé de la manière suivante⁴ :

Le mode opératoire comprend deux phases : l'oxydation de la matière organique et le dosage en retour de l'excès de l'oxydant. Une masse de 588 g (2 mol) de dichromate de potassium correspond à 36 g (3 mol) de carbone. La solution de dichromate renferme 49 g/l de produit et correspond à $36 \times 49 / 588 = 3$ g de carbone.

De même 1 ml de solution de dichromate oxyde $3/1000 = 0,003$ g soit 3 mg de carbone. Il a été montré dans la littérature que du point de vue expérimental l'oxydation du carbone par cette méthode ne se fait qu'à 77 %. On corrige donc le résultat par le facteur $100/77 = 1,2987$. Ce qui entraîne que : 1 ml de solution de dichromate correspond à 3,8961 mg (3 mg x 1,2987) soit 3,9 mg de carbone par excès. Le pourcentage de carbone organique mesuré dans les déchets est déterminé par la relation suivante :

$$\%C_{org} = [X + (10 - Y)] * 0.003 * \frac{100}{77} * \frac{100}{m}$$

m : masse de déchet (g)

³ Ne pas utiliser un four dont la température maximum est inférieure à 550°C. La MO ne se dégradera pas.

⁴ La technique utilisée pour déterminer la teneur en carbone organique totale contenue dans les déchets est celle de Walkley et black (Clément M., 2003 ; Tumuhairwe and al., 2009 ; Waskman, 1936).

X : volume de dichromate versé (ml)

Y : volume de dichromate servant à titrer le sel de Mohr (ml).

Le protocole indique que tout échantillon pour lequel la descente de la burette (soit X) n'est pas comprise entre 8 ml et 14 ml sera repris car il ne conduira pas à un résultat correct ; soit il ne conduit pas à une réduction à moins de 75 % du dichromate, soit il conduit à une oxydation incomplète de la matière sèche.

Azote total Kjeldahl :

Les échantillons séchés à 105°C sont minéralisés dans un « minéralisateur » pendant 1 heure à 180°C puis pendant 2 heures à 360°C en milieu acide et en présence d'un catalyseur (K₂SO₄ et Se). Les résidus obtenus après digestion sont distillés après neutralisation de l'excès d'acide par la lessive de soude 30 %. Le distillat est récupéré dans un erlenmeyer avec de l'acide chlorhydrique (0,1M). Le dosage réalisé avec de la soude (0,1M) et du rouge de méthyle permet de déterminer les teneurs en azote de l'échantillon. Les masses d'échantillons analysées sont faibles de l'ordre de 0,1g. Les essais ont déterminé la quantité d'échantillon, la mieux adaptée, en fonction du stade de maturation. Cette masse s'échelonne entre 0,1 à 1g. Plus la quantité d'échantillon est importante, plus la durée de minéralisation devra être longue. Pour une quantité 0,1g, la durée de minéralisation est d'une heure à 180°C et de deux heures à 360°C.

Phosphore total, PT, mgP₂O₅.kg⁻¹MS

Le dosage des phosphates est fait en utilisant un analyseur colorimétrique automatisé. La couleur produite lors de la réduction du complexe formé en présence d'orthophosphates ou de molybdate est mesurée à 660 nm.

Métaux lourds, Ca, Mg, K, Na

Le compost est séché à 105°C puis broyé. Compte tenu des interférences observées au cours du dosage, et de la masse de l'échantillon dissous (0,5g dans 30 ml d'eau régale), les analyses sont dupliquées. Les échantillons sont chauffés à 100°C pendant une heure puis à 135 °C jusqu'à évaporation de l'acide soit environ 3 heures. Un ajout d'eau distillée permet de ramener le volume à 50 mL. Les échantillons sont ensuite filtrés à 0,45µm. Les concentrations en métaux sont mesurées par spectrophotométrie d'absorption atomique flamme. Le mélange gazeux employé pour la flamme est de l'air-acétylène. Après l'étalonnage, les étalons ayant la concentration la plus basse sont analysés afin de s'assurer que les limites de détection de la méthode peuvent être atteintes.

pH Une masse de 20 g de matière sèche est mise en solution dans 100 ml d'eau distillée. La suspension est homogénéisée par agitation magnétique pendant 15 minutes. La mesure de pH (± 0,1 unité pH) se fait directement par lecture sur un pH-mètre à électrode combinée.

Test cresson*

Pour vérifier que le compost est prêt à l'usage (mature), mettez-en un peu dans un bocal ou autre support de culture et semez-y quelques graines de cresson. Humidifiez légèrement, fermez hermétiquement avec le couvercle et placez le tout dans l'obscurité.

Après germination, remettez le bocal à la lumière sur un rebord de fenêtre, en laissant toujours le bocal fermé.

10 jours après le début du test, le cresson doit avoir 2 à 3 cm, doit être vert et avoir des racines blanches. Sinon votre compost est encore trop frais.

*Dans les zones tropicales, les graines de cresson peuvent être difficiles à trouver. A ce moment-là deux options :

1. Achetez des graines de cresson alénois (ou de jardin) (*Lepidium sativum* L.) en France (voir site RITTMO ou autres).

2. Utiliser le Teste de Juste et Coll.(INRA Bordeaux 1980) Le maïs et le haricot sont des plantes d'origine tropicale. Cette méthode permet d'apprécier le caractère phytotoxique d'un compost en observant le comportement de deux plants tests (maïs et haricot) cultivés sur le compost et sur un substrat de référence pauvre en éléments nutritifs mais non toxique (type tourbe ou support neutre comme les bourres de cocos fermentées et âgées ou un compost de fruits de filaos (*Casuarina*). Les graines sont semées sur du compost pur ou dilué par le substrat de référence et on mesure la croissance de la plante pendant 18 jours et les signes de phytotoxicité. On peut le faire aussi avec des graines de légumineuses tropicales (sensibles au compost jeune) comme le haricot mungo ("pousses de soja) ou le niébé (*Vigna unguiculata* Fabacée). Le niébé est aussi haricot appelé cornille, pois à vaches ou dolique à œil noir en français).

Impuretés :

En général, l'analyse des impuretés physiques se fait par attaque à l'eau de javel concentrée. Celle-ci est difficilement trouvable dans les pays Africompost. C'est pourquoi un protocole alternatif est proposé ici :

Déchets solides bruts (masse sèche connue) + large volume d'eau : « laver » le déchet de sa matière organique, puis tamiser, d'abord à 5mm pour les plastiques, puis à 2mm pour le verre. Les fractions sont ensuite séchées et pesées.

V 1.0	Octobre 2013	Première version. Gevalor.
-------	--------------	----------------------------

Annexe 1 : fichier excel, « Analyse et interprétation des résultats » fournie à part.

Annexe 2 : Adéquation avec la Norme NFU 44-051

Annexe 2 : Adéquation avec la norme NFU 44-051

Comme précisé dans le protocole, les analyses Africompost diffèrent légèrement de ce qui est demandé par la norme française NFU 44-051⁵.

Les analyses :

La norme demande des analyses microbiologiques, des fractionnements biochimiques, de minéralisation et d'inertes et impuretés.

Si les OLC ont les moyens techniques et financiers de les faire, c'est évidemment encouragé, notamment pour les inertes et impuretés.

Les fréquences :

Dans la norme, les fréquences d'analyses dépendent du tonnage de compost produit :

Type d'analyse	Tonnage/an			
	0 à 350 t/an	350 à 3 500 t/an	3 500 à 7 000 t/an	Plus de 7 000 t/an
Agronomie	2/an	3/an	4/an	4/an
Fractionnement biochimique	Absence	Absence	1/an	1/an
Minéralisation potentielle	Absence	Absence	1/an	1/an
E.T.M.	1/an	2/an	3/an	4/an
Critères microbiologiques	1/an	2/an	3/an	4/an
Inertes et impuretés	1/an	2/an	2/an	3/an
C.T.O.	1/an	1/an	1/an	2/an

Africompost ne demande les analyses Agronomiques qu'une fois par an au lieu de deux à trois, et les ETM une seule fois aussi au lieu de une à deux.

Ces différences avec la Norme sont volontaires, afin de ne pas alourdir les budgets et les processus d'analyses de chaque OLC. Les analyses demandées garantissent un compost hygiénique et utilisable en agriculture naturelle, non nocif pour le sol, l'être humain et les animaux.

⁵ La norme n'est pas libre de droits et doit être achetée, raison pour laquelle elle n'est pas jointe, cependant les éléments les plus importants sont disponibles sur ce site : http://wiki.laboratoirelca.com/index.php/NF_U_44-051