

L'expertise Microhumus : une autre technologie pour évaluer la qualité des composts

Geneviève Villemin¹, Françoise Watteau^{2,1}, Sabine Le Burel¹ et Yann Thomas¹

¹Microhumus Laboratoire Bât. Promotech – Pôle Tech. Nancy Brabois, 6 allée Pelletier Doisy, Cs 9014454 603 Villers-lès-Nancy Cedex ; info@microhumus.fr

²LSE-ENSAIA, 2 avenue de la forêt de Haye, BP 172, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy

Microhumus Laboratoire : <http://www.microhumus.fr/>

Introduction

Dans le contexte actuel, on constate d'une part, un appauvrissement en matières organiques des sols cultivés et d'autre part un accroissement des résidus organiques issus des activités humaines ou industrielles. De ce fait, dans le cadre d'un développement durable, les matières organiques résiduelles sont recyclées sous forme de composts. Le compost, en tant qu'amendement organique, est épandu sur les sols. De nombreux travaux soulignent les effets bénéfiques de cet apport de matières organiques stables et humifiées sur la fertilité physique, chimique et biologique des sols. L'emploi de résidus organiques de provenances très diverses rend indispensable la détermination de la qualité des composts avant leur utilisation (Mondini et Insam, 2006).

L'expertise Microhumus

La qualité du compost est fortement dépendante de sa maturité et de sa stabilité (Said-Pullicino *et al.*, 2007). Il existe de nombreuses méthodes chimiques et biologiques permettant ces évaluations ; de plus en 2008, un indice de stabilité de la matière organique, ISMO, a été proposé par la commission de normalisation AFNOR U44A « amendements organiques et supports de culture ». Cet indice est élaboré à partir de données analytiques basées : (1) sur le fractionnement biochimique des produits, nécessitant un séchage, un broyage et des extractions par solvants et (2) sur les cinétiques de minéralisation du carbone à trois jours. L'expertise Microhumus propose une évaluation de la maturité du compost par visualisation des matières organiques transformées, de l'échelle photonique (loupe binoculaire) jusqu'à l'échelle ultrastructurale (Microscopie Electronique à Transmission), sans séchage, sans broyage ni extraction ; de plus, la microanalyse EDX¹ permet de préciser le caractère humifié de ces matières organiques transformées, en particulier par le suivi de l'azote.

L'intervention des micro-organismes dans la transformation des matières organiques a un rôle primordial. Des populations microbiennes différentes, en nombre et en espèces, se succèdent au cours des différentes phases du compostage et leurs identifications peuvent renseigner sur l'évolution et la stabilité du produit. Actuellement diverses méthodes peuvent être utilisées pour étudier ces communautés microbiennes : dénombrement de la microflore totale ou spécifique, fumigation, méthode ARN 16S ou 18S, profils métaboliques... Toutefois, ces méthodes ont pour limites le fait qu'il faille trouver le bon substrat à dégrader et qu'il peut exister au sein des matériaux des composts, de nombreuses microniches microbiennes inaccessibles par ces techniques. L'expertise Microhumus permet de mettre en évidence la microflore en la visualisant en place (intra- ou extra-cellulaire), de distinguer les champignons des bactéries et

¹ La micro-analyse MET/EDX (Energie Dispersive des Rayons X) permet de réaliser une analyse élémentaire à l'échelle ultrastructurale en détectant et localisant l'ensemble des éléments *in situ*.

actinomycètes, de mettre en évidence leurs activités enzymatiques et de préciser leurs états physiologiques (vivant, sporulé, mort).

Il est également important de connaître l'apport en éléments fertilisants d'un compost, ainsi que de vérifier la teneur en éléments indésirables. Les composts sont hétérogènes, tant par la nature que par la taille de leurs matières constitutives. Les analyses globales ne permettent pas d'attribuer la véritable origine des éléments dosés, toutefois elles permettent de connaître le potentiel des différents éléments disponibles (C, N, ...). L'expertise Microhumus permet d'effectuer *in situ* des analyses élémentaires par MET/EDX et ainsi de détecter et localiser l'ensemble des éléments, mettant en évidence leur association avec les matières organiques évoluées, ce qui renseigne sur l'origine (végétale, microbienne, minérale) et la biodisponibilité de ces éléments. Les éléments métalliques, pouvant être considérés comme polluants, sont particulièrement recherchés au cours de cette analyse, permettant d'alerter sur la présence de ces indésirables.

Plutôt que de donner des résultats globaux en homogénéisant le produit après séchage et broyage, l'expertise Microhumus s'attache à donner des renseignements sur toutes les hétérogénéités du produit, quelle que soit leur taille, quelle que soit leur nature. Par contre l'évaluation globale du produit, selon l'expertise Microhumus, est réalisée en prenant en compte la représentativité de chaque hétérogénéité. Pour cela, il est effectué un fractionnement granulométrique du compost, ces fractions sont évaluées pondéralement et un échantillonnage représentatif des constituants de chaque fraction est réalisé. Ainsi toutes les informations d'ordre qualitatif vont pouvoir être relativisées quantitativement, puis synthétisées. Les résultats sont exprimés selon trois barèmes établis selon l'expérience Microhumus : barème de stabilité et maturité, barème d'activité microbienne et barème de teneurs relatives élémentaires. L'ensemble de ces résultats, rassemblés dans un rapport, permettent de donner une évaluation globale de la qualité des produits.

Rapport Microhumus

1. Description de l'aspect général du produit, accompagnée de clichés

2. Taux d'humidité

3. Etude granulométrique par tamisage à 2 et 5 mm du produit sec avec évaluation pondérale des fractions supérieure à 5 mm, comprise entre 2 et 5 mm et inférieure à 2 mm ; accompagnée de clichés.

4. Etude granulométrique par tamisage à 2 et 5 mm du produit frais et échantillonnage pour l'étude en MET

- évaluation pondérale des fractions supérieures à 5 mm, comprises entre 2 et 5 mm et inférieures à 2 mm
- description sous loupe binoculaire de chacune des trois fractions, accompagnée de clichés
- échantillonnage spécifique dans chaque fraction des éléments représentatifs

5. Préparation des échantillons en vue de leur observation en MET

6. Observations et analyses des échantillons en MET (Microscope électronique à transmission JEOL 1200EX II équipé d'un système de microanalyse EDX Brücker, Silicon Drift detector), accompagnée de clichés.

7. Synthèse de résultats sous forme de barèmes :

- 1^{er} barème : niveau de transformation des matières organiques

Ce barème est établi en fonction d'une échelle de 0 à 5 correspondant à la transformation croissante des éléments cellulaires visualisés en MET.

- 2^{ième} barème : activité bactérienne et mycélienne

Ce barème est établi en fonction d'une échelle de 1 à 3 correspondant à l'état physiologique des micro-organismes et de leur fréquence d'observation.

- 3^{ième} barème : teneurs relatives élémentaires

Ce barème est établi en fonction d'une échelle de 0 à 5 correspondant aux teneurs relatives en éléments tant fertilisants (N, P, K), que polluants (ETM).

Exemple de résultats obtenus

Transformation des matières organiques

Fraction	Echantillons	0	1	2	3	4	5
> 5 mm	<i>branche</i>			x			
	<i>plaquette</i>		x				
	<i>branche enrobée</i>				x		
	<i>plaquette enrobée</i>			x			
	<i>extérieur nodule</i>						x
	<i>intérieur nodule</i>						x
2-5 mm	<i>agrégats</i>					x	
< 2 mm	<i>agrégats fins</i>					x	

Groupes d'évaluation pondérale :

- Groupes 1 (branches et plaquettes) : l'évaluation pondérale est de 30 %
- Groupes 2 (agrégats) : l'évaluation pondérale est de 70 %

Activité bactérienne

Fraction	Echantillons	Activité lytique	Cellules vivantes	Spores	Résidus
> 5 mm	<i>branche</i>	∅	1	∅	∅
	<i>plaquette</i>	∅	∅	∅	∅
	<i>branche enrobée</i>	2	3	∅	1
	<i>plaquette enrobée</i>	1	2	∅	1
	<i>extérieur nodule</i>	∅	2	∅	3
	<i>intérieur nodule</i>	∅	∅	1	3
2-5 mm	<i>agrégats</i>	∅	2	1	3
< 2 mm	<i>agrégats fins</i>	∅	∅	2	1

∅ : pas observé

Activité bactérienne positive au niveau des agrégats 2-5 mm et des branches enrobées

Activité mycélienne

Fraction	Echantillons	Activité lytique	Cellules vivantes	Spores	Résidus
> 5 mm	branche	1	1	∅	2
	plaquette	∅	∅	∅	∅
	branche enrobée	∅	∅	∅	2
	plaquette enrobée	1	1	∅	2
	extérieur nodule	∅	∅	∅	1
	intérieur nodule	∅	∅	∅	1
2-5 mm	agrégat	∅	∅	∅	1
< 2 mm	agrégats fins	∅	∅	∅	1

Activité mycélienne positive au niveau des branches et des plaquettes enrobées

∅ : pas observé

Teneurs relatives élémentaires

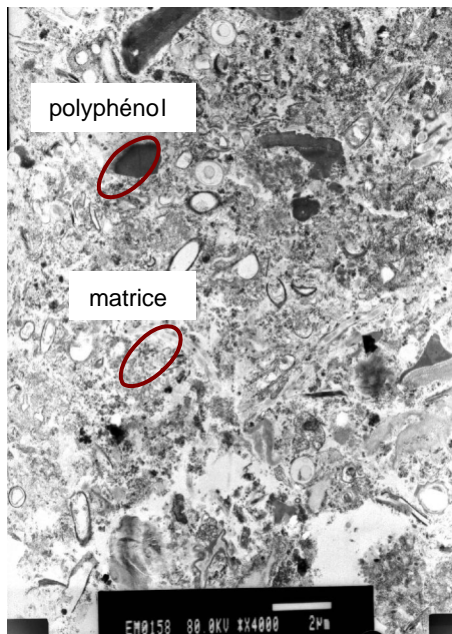
Fraction	Echantillons	Zone d'analyse	Eléments fertilisants			Eléments métalliques			Autres éléments				
			N	P	K	Al	Fe	Zn	Mg	Si	S	Cl	Ca
> 5 mm	extérieur nodule	matrice	0,5	1	0,5	0,5	1	1,5	0	0,5	1	5	0,25
		matrice 1*	0,5	1,25	2	1,75	1	0,5	0	2,5	1	1,2	0,75
	intérieur nodule	matrice 2*	1	2	1	2	2	0,5	0	1,5	0,5	2	1,25
		matrice 3*	1	3	1,5	3	2,5	3	1,75	2,5	0,5	1,5	2,25
2-5 mm	agrégat	matrice 1*	2	0,75	0,5	0,75	1	0	0	1	1	2,5	0
		matrice 2*	1,5	1,25	1	1,75	1,75	0,5	0	2,75	0,5	3	0,5
< 2 mm	agrégats fins	matrice	2,5	5	5	5	5	5	5	5	1,5	3,5	5
		polyphénol**	5	1	1,5	1,5	1,5	2	1	1,75	5	3,5	1,5

* les chiffres 1, 2, 3 correspondent à des répétitions analytiques effectuées de façon aléatoire dans la fraction la plus évoluée appelée matrice (voir photo ci-dessous)

** voir photo ci-dessous

Les agrégats fins concentrent les éléments tant fertilisants que métalliques.

Photo 1 : Produit fini après 9 mois de compostage.



Conclusion

L'ensemble de ces résultats permet d'établir **un bilan de la maturité du produit au niveau de chaque entrant retrouvé dans les différentes fractions granulométriques**. La possibilité du suivi de l'évolution de chaque entrant, au cours et en fin de compostage, présente l'intérêt de mettre en évidence la récalcitrance d'un produit à la biodégradation dans les conditions d'un process déterminé, ce qui peut permettre aux producteurs de modifier le process ou les proportions des entrants, voire d'éliminer des entrants du compostage.

D'autre part, **la connaissance du potentiel microbien réel** du produit, ainsi qu'au niveau des différentes fractions, peut permettre de sélectionner certaines parties du produit selon son utilisation et son conditionnement.

Références bibliographiques

Mondini C. and Insam H., 2003. Community level physiological profiling as a tool to evaluate compost maturity: a kinetic approach. *European Journal of Soil Biology* 39, 141-148.

Said-Pullicino D., Kaiser K., Guggenberger G. and Gigliotti G., 2007. Changes in the chemical composition of water-extractable organic matter during composting : distribution between stable and labile organic matter pools. *Chemosphere* 66, 2166-2176.