



CLIENT: GEB Solutions

Caractérisation des matières organiques résiduaires issues du traitement thermique des déchets de restauration sur site

RAPPORT FINAL

PROGRAMME ANALYTIQUE:

 Caractérisation des matières organiques résiduaires issues du traitement thermique des déchets de restauration sur site.

ÉCHANTILLONS:

 Poudres de déchets de restauration déshydratées résultant du traitement sur place des déchets alimentaires par chauffage (80-90°C pendant 8 à 10 heures).

SOMMAIRE

I.	Conclusio	ns	3
II.	Synthèse	des résultats	6
	II.1.	Synthèse des résultats des analyses physico-chimiques globales	6
	II.2.	Synthèse des recherches de microorganismes pathogènes	7
	II.3.	Synthèse des cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote	7
III.	Caractéris	sation morpho-analytique par microscopie électronique à transmission – R	≀apport
	Microhum	us du 12 avril 2010	8
IV.	Annexes		16
	Annexe 1.		16
	Annexe 2.		20
	Annexe 3.		24
	Anneve 1		28

Ce rapport présente les conclusions relatives au programme analytique des échantillons fournis par la société Geb Solutions par Microhumus, une entreprise spécialisée dans la caractérisation par microscopie électronique à transmission des matières organiques résiduaires, amendements et engrais organiques et organo-minéraux.

I. Conclusions

Les résidus alimentaires déshydratés peuvent être utilisés :

- seuls, en faible dose, pour stimuler l'activité biologique des sols,
- en association avec des éléments minéraux, comme par exemple du phosphate de calcium, comme engrais organo-minéraux. Le phosphate de calcium permettrait de remonter le pH acide des produits, et d'apporter une source de phosphore supplémentaire. Ces engrais organo-minéraux peuvent être mélangés à des composts de type déchets verts ou autres pour y améliorer les propriétés fertilisantes.

Ces conclusions sont basées sur la synthèse des résultats :

- (i) des analyses physico-chimiques globales et de la recherche de microorganismes pathogènes effectuées sur 4 échantillons différents par un laboratoire agrée COFRAC,
- (ii) des cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote réalisées sur 2 échantillons par un laboratoire agrée COFRAC,
- (iii) de l'étude morpho-analytique par microscopie-électronique à transmission du produit fourni lors de la première étape de ce programme (rapport préliminaire du 12 avril 2010).

Les résultats montrent que :

- A) Les produits correspondent à des engrais organiques selon la norme NF U 42001 (sous réserves de modifications actuelles de la norme). Ces produits ont un pH acide.
- B) Les produits sont exempts des agents pathogènes recherchés (Salmonella et oeufs d'Helminthes viables).
- C) Les produits évoluent très rapidement dans les sols.
- D) Les produits participent de façon non négligeable à la nutrition des cultures à court et moyen terme.
- E) Les produits favorisent l'activité biologique des sols.



A) Les produits correspondent à des engrais organiques selon la norme NF U 42001.

Les résultats des analyses physico-chimiques globales montrent que les matières organiques résiduaires issues du traitement thermique des résidus alimentaires ont toutes des teneurs élevées en éléments fertilisants NPK (azote (N) + phosphore (P) + potassium (K) > 3% sur la matière brute), quel que soit le site de production. Ces résultats confirment les conclusions de notre précédent rapport (édité le 12 avril 2010). Nous parlons ici d'engrais organiques sous réserves des modifications actuelles de la norme NF U 42001.

Ces résultats montrent également l'acidité des produits.

Remarque:

Il est important de noter que les teneurs en NPK varient d'un site à l'autre (échantillon 1 : NPK = 4,7% (brut), et échantillon 3 : NPK = 9% (brut)).

B) Les produits sont exempts des agents pathogènes recherchés.

La recherche de Salmonella et d'œufs d'helminthes viables s'est révélée négative dans les 4 produits analysés. Ces résultats coïncident avec ceux de la caractérisation du produit en microscopie électronique à transmission où nous avons observé une quasi absence de microorganismes vivants (bactéries et champignons) dans le produit.

Remarque:

Les seuls agents pathogènes recherchés ont été la bactérie Salmonella et les oeufs d'Helminthes viables. Cependant, la nature des échantillons indique qu'il serait préférable de rechercher d'autres agents pathogènes pouvant être présents dans des résidus alimentaires, tels que la bactérie Listeria monocytogenes, les levures et moisissures, Escherichia coli, etc.

C) Les produits évoluent très rapidement dans les sols.

Les cinétiques de minéralisation du carbone montrent que les produits sont riches en carbone facilement assimilable (labile). Malgré leurs teneurs élevées en matières organiques, ces produits n'ont pas vocation à enrichir les sols en matières organiques stables.

Ces résultats coïncident avec la caractérisation du produit en microscopie électronique à transmission où nous avons montré l'absence de dégradation biologique du produit et l'absence d'humification.

D) Les produits participent de façon non négligeable à la nutrition des cultures à court et moyen terme.

Les cinétiques de minéralisation de l'azote montre que l'azote organique est rapidement minéralisé par les microorganismes du sol. Ces résultats coïncident avec la caractérisation du produit en microscopie électronique à transmission où nous avons montré que l'accessibilité des éléments fertilisants NPK était facilité par la finesse du produit, et que ces éléments étaient disponibles à court terme pour les microorganismes et les plantes.

Remarque:

La libération de l'azote minéral à partir de l'azote organique des produits est très forte, dès leur apport aux sols. Il est recommandé d'attendre quelques semaines entre l'épandage et les semis.

E) Les produits favorisent l'activité biologique des sols.

Les fortes teneurs en éléments fertilisants NPK, la disponibilité de ces éléments, et la forte proportion de carbone facilement assimilable (labile) dans les produits sont autant de facteurs favorables au développement des microorganismes des sols.

Remarque:

Le produit doit être maintenu au sec avant utilisation afin d'éviter une contamination microbienne.

II. Synthèse des résultats

Le tableau ci-dessous résume les principaux résultats des analyses physico-chimiques globales, de la recherche de microorganismes pathogènes, et des cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote effectuées sur 4 échantillons obtenus sur 4 sites (analyses effectuées par un laboratoire accrédité COFRAC).

		Résidus alimenta	ires déshydratés	 S		
	Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3	Échantillon 4		
Lieu de production	Guyancourt	Paris	Nîmes	Annecy		
Analyses physico-chimiques	-			-		
Matières sèches (% brut)	92,6	93,3	89,9	95,3		
Humidité (% brut)	7,4	6,7	10,1	4,7		
pH eau	4,8	5,4	4,4	5,6		
Conductivité (mS/cm)	3,44	3,36	4,41	2,68		
Matières organiques (% brut)	86,6	85,6	83,8	87,6		
Matières organiques (% sec)	93,4	91,6	93,2	92,0		
Azote total (% brut)	2,82	3,00	5,48	3,06		
Azote total (% sec)	3,04	3,21	6,10	3,21		
Azote organique (% brut)	2,82	3,00	5,47	3,06		
Azote organique (% sec)	3,04	3,21	6,08	3,21		
P2O5 (% brut)	0,80	1,89	1,18	0,77		
P2O5 (% sec)	0,86	2,02	1,31	0,81		
K2O (% brut)	1,09	0,99	2,36	1,28		
K2O (% sec)	1,18	1,06	2,62	1,35		
N + P2O5 + K2O (% brut)	4,71	5,88	9,02	5,11		
N + P2O5 + K2O (% sec)	5,08	6,29	10,03	5,37		
CaO (% brut)	0,74	3,14	0,46	1,68		
CaO (% sec)	0,79	3,37	0,52	1,76		
C/N	15,4	14,3	7,6	14,3		
salinité (mg sels/L eau)	4830	4717	6192	3763		
Microorganismes pathogènes						
Recherche Salmonella	Absence	Absence	Absence	Absence		
Recherche oeufs d'Helminthes viables	Absence	Absence	Absence	Absence		
Cinétiques de minéralisation à 91 jours						
Carbone minéralisé (% C total)	-	90,8	82,2	-		
Carbone résiduel (%C total)	-	9,2	17,8	-		
Fourniture d'azote (kg/10T produit brut)	-	247	296	-		

II.1. Résultats des analyses physico-chimiques globales

Les 4 échantillons sont caractérisés par :

- des teneurs en matières sèches élevées (> 89% sur brut),
- des teneurs en matières organiques élevées (> 83% sur brut),
- un pH acide (entre 4,4 et 5,6),
- une conductivité électrique faible,
- des teneurs en azote organique élevées (entre 2,8 et 5,5% sur brut) et une quasi absence



d'azote minéral (nitrique ou ammoniacal),

- des teneurs en phosphore moins élevées que celles de l'azote (entre 0,8 et 1,9% sur brut),
- des teneurs en potassium comprises entre 1,0 et 2,4% (brut),
- des teneurs en NPK élevées mais variables d'un site à l'autre (entre 4,7 et 9,0% sur brut),
- de faibles teneurs en calcium hormis pour le l'échantillon n°2
- une salinité élevée.

II.2. Résultats des recherches de microorganismes pathogènes

Les 4 produits sont exempts des agents pathogènes Salmonella et d'œufs d'helminthes viables. Cependant, la nature des échantillons indique qu'il serait préférable de rechercher d'autres agents pathogènes pouvant être présents dans des résidus alimentaires, tels que la bactérie Listeria monocytogenes, les levures et moisissures, Escherichia coli, etc.

II.3. Résultats des cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote

Les échantillons n°2 et n°3 ayant les teneurs en NPK les plus élevées ont été sélectionnés conjointement par Geb Solutions et Microhumus pour être incubés dans une sol en conditions contrôlées au laboratoire afin d'y déterminer les cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote. Les résultats apparaissant dans ce tableau sont ceux des cinétiques obtenus après 91 jours d'incubation.

Ces résultats montrent :

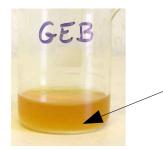
- pour le carbone : une minéralisation très forte et très rapide du carbone organique et ce dès les premiers jours d'incubation. Plus de 80% du carbone total est minéralisé après 91 jours d'incubation pour les deux échantillons. Ces échantillons sont riches en carbone facilement assimilable (labile), source d'énergie pour les microorganismes.
- pour l'azote : une minéralisation nette de l'azote organique. Ces échantillons participent de façon non négligeable à la nutrition azotée des microorganismes et des plantes à court et moyen terme.



III. <u>Caractérisation morpho-analytique par MET - rapport MICROHUMUS</u> du 12 avril 2010

Le produit est issu du traitement des déchets alimentaires par chauffage (80-90°C pendant 8 à 10 heures) réalisé sur le site de production des déchets. Le produit se présente sous la forme d'une poudre fine (86% pondéral < à 2 mm), déshydratée (6% d'humidité par rapport à la matière fraiche), composée de particules sèches, et relativement fibreuse.

Caractérisation de la phase soluble à l'eau du produit.



Après agitation du produit dans l'eau distillée, on observe une fraction soluble de couleur jaune-brun suggérant la présence d'éléments solubles dans la solution du sol, tels que des acides fulviques (substances humiques solubles à l'eau) auxquels sont associés des éléments disponibles à court terme pour les microorganismes et les plantes.

> Niveau de transformation du produit.

Le traitement thermique des déchets alimentaires modifie fortement leur aspect et leur granulométrie. L'observation du produit sous loupe binoculaire permet de distinguer différentes particules sans pouvoir en définir l'origine précise. L'étude morphologique de ces particules en microscopie électronique à transmission permet de distinguer les particules d'origine animale (résidus carnés) des particules d'origine végétale. Les résultats de cette étude montrent que les particules d'origine animale et végétale ont un niveau de transformation élevé. Cependant, l'origine de la transformation des particules n'est pas biologique mais physico-chimique (traitement par la chaleur), ce qui est très différent d'une transformation biologique telle que celle obtenue après compostage.

Potentiel microbien du produit.

Les résultats de l'étude morphologique montrent que votre produit est caractérisé par une quasi absence de microorganismes vivants : les particules d'origine végétale et animale n'ont pas subi de dégradation biologique. Le produit paraît presque stérile.

Nous avons effectué un test simple consistant à humidifier légèrement votre produit. Après trois jours d'incubation à température ambiante, nous avons observé un développement important de microorganismes de type fongique sur le produit (voir photo ci-dessous). Si le produit n'est pas utilisé rapidement après traitement, il faut le conserver préférablement dans un endroit frais, bien sec et à l'obscurité.

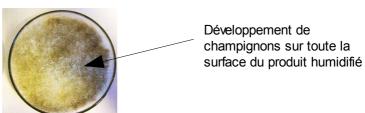


Photo : Développement de microorganismes (champignons) après 3 jours d'incubation à température ambiante du produit humidifié



Comme ce type de produit est riche en éléments fertilisants (cf analyses physico-chimiques que vous nous avez fournies), il est susceptible d'être très rapidement contaminé par des microorganismes présents dans l'environnement du produit si les conditions d'humidité deviennent favorables (si réhumidification du produit).

Il est essentiel que les déchets alimentaires déshydratés gardent un taux d'humidité faible afin de s'assurer que des microorganismes opportunistes ne viennent pas s'y développer.

QUALITE AGRONOMIQUE

> Analyses élémentaires : localisation et biodisponibilité des éléments.

- Les éléments fertilisants N, P, K:

Les résultats des analyses élémentaires montrent que les éléments fertilisants sont fortement associés aux particules d'origine animale et végétale du produit. Ceci coïncide avec les résultats des analyses physico-chimiques que vous nous avez fournies, soulignant les fortes teneurs en N, P et K des déchets alimentaires déshydratés.

- Les éléments fertilisants N, P et K sont globalement très présents dans le produit.
- L'accessibilité des éléments fertilisants est favorisée par la finesse du produit. Après incorporation du produit dans le sol, les éléments fertilisants seront biodisponibles à court terme pour les microorganismes et les plantes.

- Les éléments Ca, S:

Le calcium (Ca) est globalement présent dans l'ensemble du produit, et principalement au niveau des particules d'origine animale. Il faut cependant noter que le pH des déchets alimentaires déshydratés est acide au vu des résultats des analyses physico-chimiques que vous nous avez fournies (pH eau = 4,5 et 5,2). Le soufre (S) est associé aux substances denses des particules d'origine végétale et dans les différentes substances des particules d'origine animale.

- Les éléments métalliques :

Le fer (Fe) est localisé au niveau des particules d'origine animale. L'aluminium (Al) est faiblement associé aux parois cellulaires végétales. Cependant, il faut surveiller la présence de morceaux de feuilles d'aluminium dans les déchets alimentaires tels que ceux que nous avons observés sous loupe binoculaire (cf page 4). Le zinc (Zn) et le chrome (Cr) sont faiblement associés au produit.

Remarque: Pour que le produit soit de bonne qualité, il est important d'effectuer un tri rigoureux des déchets alimentaires avant leur traitement thermique, afin d'éliminer les indésirables tels que des fragments de plastique, des fragments d'aluminium issus des emballages alimentaires etc.



Résultats analytiques

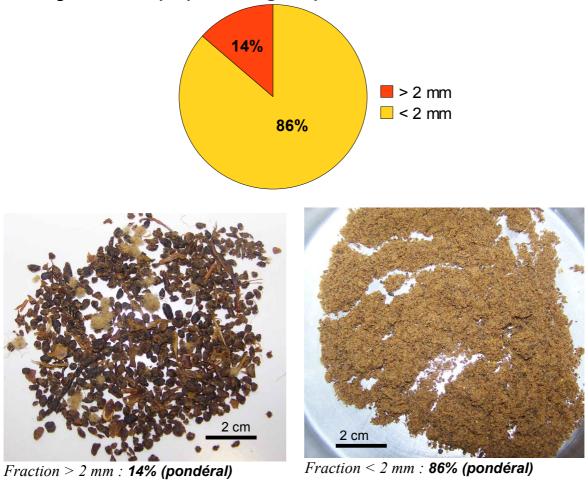
I. Aspect général du produit frais



Description générale : Poudre fine composée de particules sèches et relativement fibreuses, de couleur marron.

Taux d'humidité : 6% de la matière fraiche.

II. Étude granulométrique par tamisage du produit frais



10

Microhumus laboratoire 88 rue saint Julien 54000 Nancy - Sarl au capital de 135100 € Siret 500 232 2100 0020 RCS Nancy - N° TVA FR395 0023 2210



III. Échantillonnage sous loupe binoculaire

Les déchets de restauration sont des restes d'aliments principalement d'origine animale et végétale. D'après vos informations, le produit résulte d'un traitement thermique des déchets alimentaires (80-90°C pendant 8 à 10 heures). Ce traitement modifie fortement l'aspect des déchets traités et rend difficile leur identification visuelle. L'origine animale et/ou végétale des déchets traités ne peut être précisée visuellement dans le produit. Cependant, on distingue après observation sous la loupe binoculaire les particules suivantes :

Fraction supérieure à 2 mm

Sont majoritaires :









5 mm

Sont minoritaires :

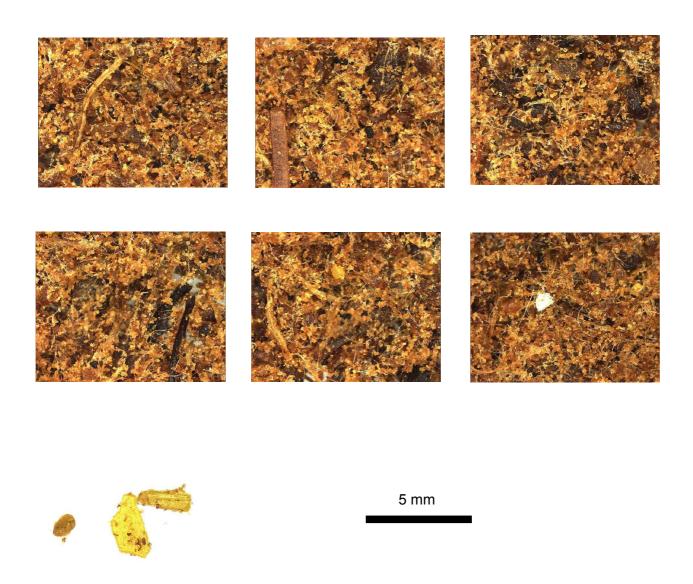




5 mm

Fraction inférieure à 2 mm

Cette fraction fine est composée d'un mélange des différentes particules échantillonnées dans la fraction > 2 mm, mais de taille plus petite.

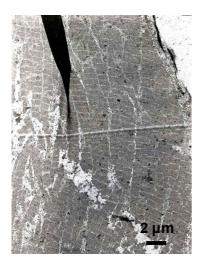


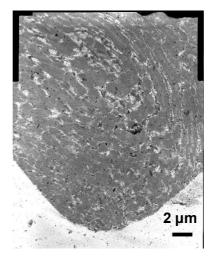
Les particules échantillonnées dans les fractions > 2mm et < 2 mm ont été caractérisées par microscopie électronique à transmission. Cette caractérisation consiste en une étude micro-morphologique et analytique de ces particules *in situ*. A travers cette étude, nous avons distingué les particules d'origine animale des particules d'origine végétale. Nous avons vérifié la présence éventuelle de microorganismes dans le produit. Les résultats de cette étude apparaissent ci-après.

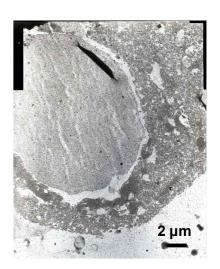
IV. Étude morphologique par MET

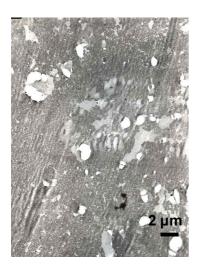
L'étude morphologique des différentes particules du produit par microscopie électronique à transmission a permis de distinguer les particules d'origine animale (carnées) des particules d'origine végétale qui sont retrouvées dans les deux fractions granulométriques (> 2 mm et < 2 mm).

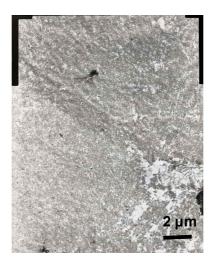
> Particules d'origine animale :

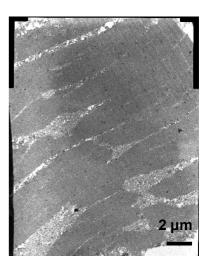






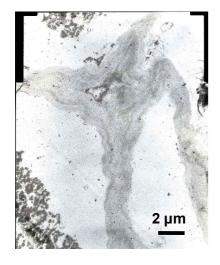


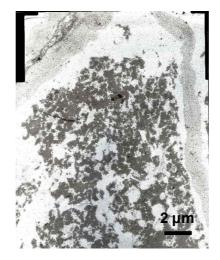


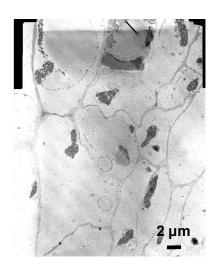


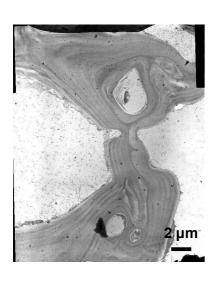
Il est important de noter la quasi absence de microorganismes dans les particules d'origine animale : ces particules ne présentent pas de dégradation biologique par les microorganismes.

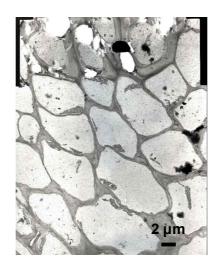
Particules d'origine végétale :

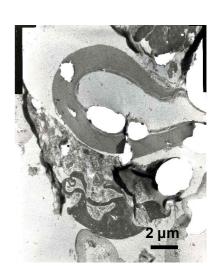


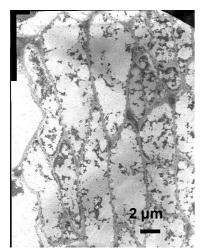


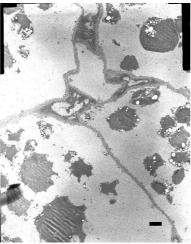












Comme pour les particules d'origine animale, il est important de noter la quasi absence de microorganismes dans les particules d'origine végétale. Les particules d'origine végétale ne présentent pas de dégradation biologique par les microorganismes.

Le traitement thermique des déchets alimentaires permet d'obtenir un produit déshydraté et pratiquement stérile.

V. Microanalyses élémentaires (MET-EDX)

Les analyses élémentaires ont été effectuées sur les différentes particules du produit.

Bilan récapitulatif :

·		Éléments fertilisants			res ients	Éléments métalliques			
	N	N P K			s	Fe	Al	Zn	Cr
Particules d'origin	e végétale								
Parois cellulaires	0	+	+	+	+	0	+	0	0
Contenus cellulaires	++	++	++	+	+	0	0	0	0
Substances denses	+++	+++	+	+	++	0	0	0	+
Particules d'origin	e animale			•					
Substances animales	+++	++	++	++	++	+	0	0	+
Substances denses	+++	++	+	+	++	+	0	+	+

Les résultats sont relativisés à partir des proportions atomiques données par l'analyse EDX pour chaque élément détecté (voir annexe 4p28) et sont exprimés selon le barème suivant :

0 = absence, + = faible présence, ++ = présence plus importante, +++ = présence dominante.

Les éléments fertilisants N, P, K:

L'azote (N) et le phosphore (P) sont fortement associés aux contenus cellulaires et aux substances denses des particules d'origine végétale ainsi qu'aux différentes substances des particules d'origine animale. Le potassium (K) est également localisé dans les différentes particules analysées.

Les éléments N, P et K sont globalement très présents dans le produit. Ce résultat coïncide avec les résultats des analyses physico-chimiques que vous nous avez fournies, soulignant les fortes teneurs en N, P et K.

Les éléments Ca, S:

Le calcium (Ca) est globalement présent dans l'ensemble du produit, et principalement au niveau des particules d'origine animale. Le soufre (S) est associé aux substances denses des particules d'origine végétale et dans les différentes substances des particules d'origine animale.

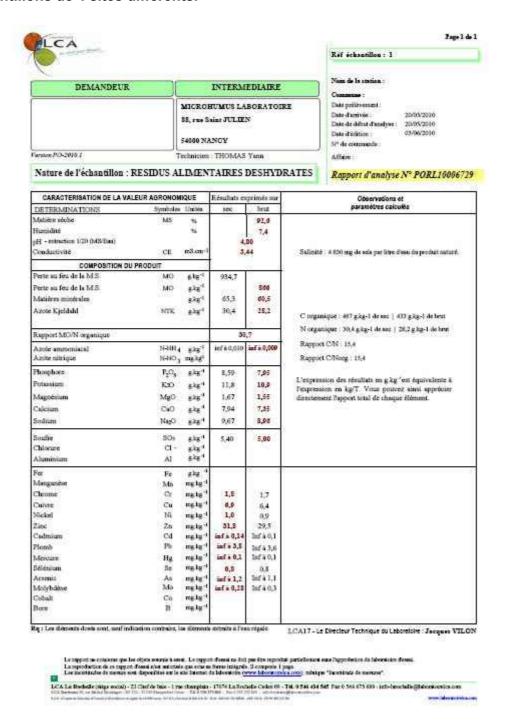
Les éléments métalliques :

Le fer (Fe) est localisé dans les particules d'origine animale. L'aluminium (Al) est faiblement associé aux parois cellulaires végétales. En revanche, il faut surveiller la présence de morceaux de feuilles d'aluminium dans les déchets alimentaires tels que ceux que nous avons observés sous loupe binoculaire (cf page 4) (un tri correctement effectué des déchets est indispensable pour avoir un produit de qualité). Le zinc (Zn) et le chrome (Cr) sont faiblement associés au produit.

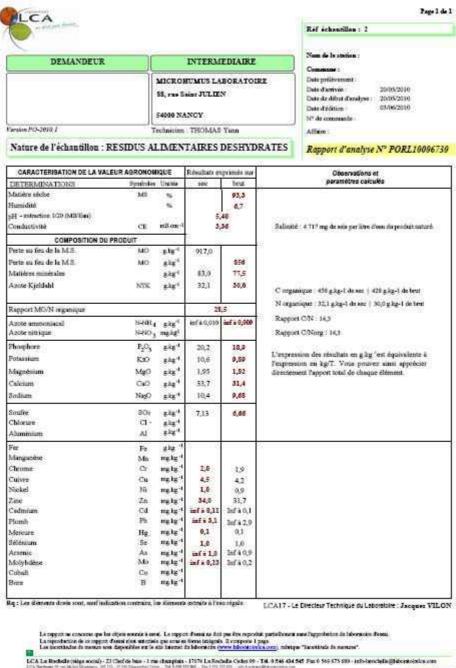


IV. Annexes

Annexe 1 : Analyses physico-chimiques effectuées par un laboratoire agrée COFRAC sur les échantillons de 4 sites différents.

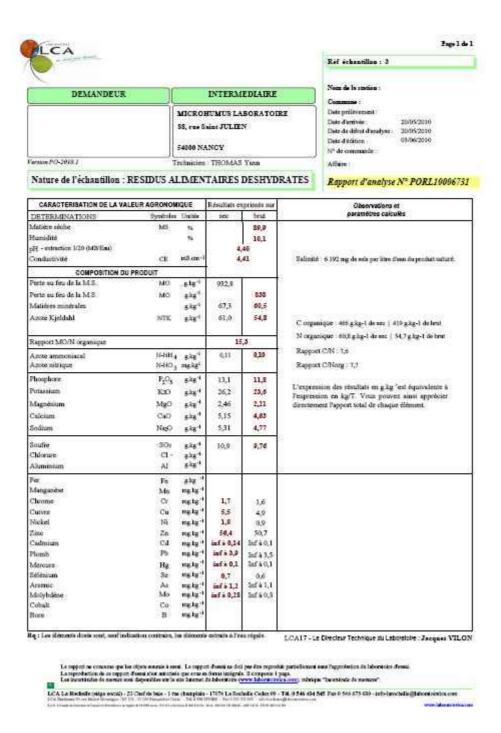


Suite annexe 1:



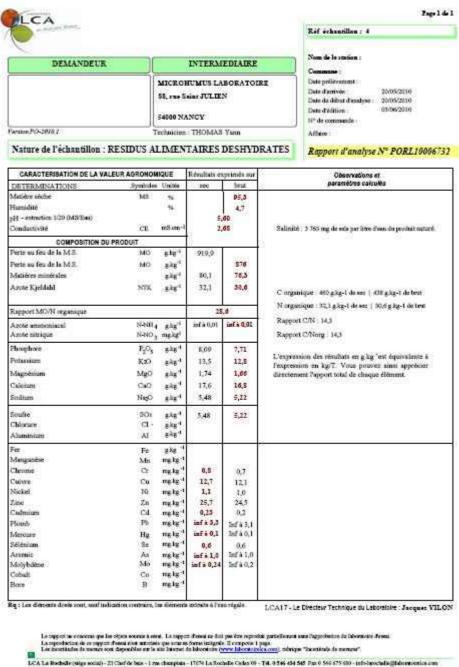
das (0 - Till, 9 546 434 545 Figs. 0 366 475 500 - refo-tenchafte gibbergeointins com direction differences com per account.

Suite annexe 1:



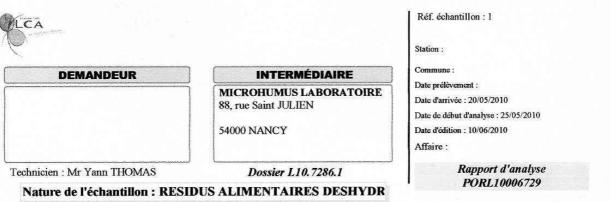
humus Eexpertise par Einage

Suite annexe 1:



LCA La Bachelle (sign exist) - 21 Carf de bas - 1 ras chargean - 1709 La Rochalle Ceda 00 - Tal. 0.546 434 545 Ppc 0 544 475 600 - info-layochalle@idocentenics.com 27-3 houses Nove belon lineage. 50 Th. 27-00 lineage bas. 744 40 HTMs. - 10 HT

Annexe 2 : Recherche de microorganismes pathogènes dans les échantillons de 4 sites différents



Détermination	Résultat	Unité	Méthode	Limites
Micro-organismes pathogènes				
Recherche Salmonella	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 6579	
Rech, oeufs d'Helminthes viables (triple flott)	ABSENCE	/1.50 MB	XP X 33-017	

Résultats sous réserves en raison d'un flaconnage non conforme ainsi que d'un transport non réfrigéré.

Version SK-MB-0.4.9

Le responsable de l'unité microbiologie Eric ORY

Le rapport ne concerne que les objets soumis à essai. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page.

LCA La Rochelle (siège social) - ZI Chef de baie - 1 rue champlain - 17074 La Rochelle Cedex 09 - Tél. 0 546 434 545 Fax 0 546 675 680 - info-larochelle@laboratoirelea.com
LCA Bardenn, 9, ser Mahri Manuague - UP 122 - 27 354 Bloografin Cedex - Tel. 0 556 355 886 - Per 0 575 725 885 - per berricans/faboratorrica.com

Suite annexe 2:



DEMANDEUR

INTERMÉDIAIRE

MICROHUMUS LABORATOIRE 88, rue Saint JULIEN

54000 NANCY

Réf. échantillon : 2

Station:

ommune:

Date prélèvement : Date d'arrivée : 20/05/2010

Date de début d'analyse : 25/05/2010

Date d'édition : 10/06/2010

Affaire :

Rapport d'analyse PORL10006730

Technicien: Mr Yann THOMAS

Nature de l'échantillon : RESIDUS ALIMENTAIRES DESHYDR

Détermination	Résultat	Unité	Méthode	Limites
Micro-organismes pathogènes				
Recherche Salmonella	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 6579	
Rech. oeufs d'Helminthes viables (triple flott.)	ABSENCE	/1,5g MB	XP X 33-017	

Dossier L10.7286.2

Résultats sous réserves en raison d'un flaconnage non conforme ainsi que d'un transport non réfrigéré.

Version SK-MB-0.4.9

Le responsable de l'unité microbiologie Eric ORY

Le rapport ne concerne que les objets soumis à essai. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page.

LCA La Rochelle (siège social) - ZI Chef de baie - 1 rue champlain - 17074 La Rochelle Cedex 09 - Tél. 0 546 434 545 Fax 0 546 675 680 - info-larochelle@laboratoirelea.com

ww.laboratorelca.com

Suite annexe 2:



DEMANDEUR

INTERMÉDIAIRE

MICROHUMUS LABORATOIRE 88, rue Saint JULIEN

54000 NANCY

Station:

Date d'arrivée : 20/05/2010 Date de début d'analyse : 25/05/2010

Date d'édition: 10/06/2010 Affaire:

Date prélèvement :

Réf. échantillon: 3

Rapport d'analyse PORL10006731

Technicien: Mr Yann THOMAS

Nature de l'échantillon : RESIDUS ALIMENTAIRES DESHYDR

Détermination	Résultat	Unité	Méthode	Limites
Micro-organismes pathogènes				
Recherche Salmonella	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 6579	
Rech. oeufs d'Helminthes viables (triple flott.)	ABSENCE	/1,5g MB	XP X 33-017	

Dossier L10.7286.3

Résultats sous réserves en raison d'un flaconnage non conforme ainsi que d'un transport non réfrigéré.

Version SK-MB-0.4.9

Le responsable de l'unité microbiologie Eric ORY

Le rapport ne concerne que les objets soumis à essai. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essai La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page.

LCA La Rochelle (siège social) - ZI Chef de baie - 1 rue champlain - 17074 La Rochelle Cedex (9) - Tél. 0 546 434 545 Fax 0 546 675 680 - info-larochelle@laboratoirelea.com

Suite annexe 2:

CEA .

DEMANDEUR

Technicien: Mr Yann THOMAS

INTERMÉDIAIRE

MICROHUMUS LABORATOIRE 88, rue Saint JULIEN

54000 NANCY

Dossier L10.7286.4

Réf. échantillon : 4

Station:

Date prélèvement :

Date d'arrivée : 20/05/2010

Date de début d'analyse : 25/05/2010

Date d'édition : 10/06/2010

Affaire:

Rapport d'analyse PORL10006732

Nature de l'échantillon: RESIDUS ALIMENTAIRES DESHYDR

Détermination	Résultat	Unité	Méthode	Limites
Micro-organismes pathogènes				
Recherche Salmonella	ABSENCE	/g MB	NF EN ISO 6579	
Rech. oeufs d'Helminthes viables (triple flott.)	ABSENCE	/1,5g MB	XP X 33-017	

Résultats sous réserves en raison d'un flaconnage non conforme ainsi que d'un transport non réfrigéré.

Version SK-MB-0.4.9

Le responsable de l'unité microbiologie Eric ORY

7

Le rapport ne concerne que les objets soumis à essai. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essai. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page.

LCA La Rochelle (siège social) - ZI Chef de baie - 1 rue champlain - 17074 La Rochelle Cedex 09 - Tél. 0 546 434 545 Fax 0 546 675 680 - info-larochelle@laboratoirelea.com

www.laboratoirelea.com

Annexe 3 : Cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote effectuées sur 2 des 4 échantillons ayant les teneurs en NPK les plus riches



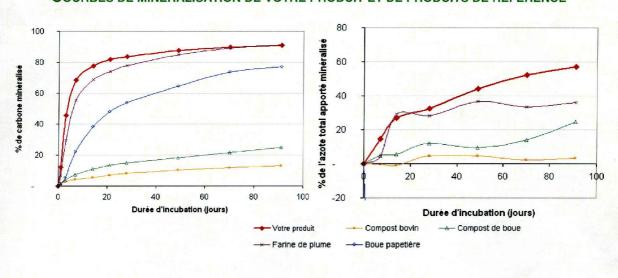
MICROHUMUS LABORATOIRE

SYNTHESE DES RESULTATS

XP U44 163 (cinétique de minéralisation du carbone et de l'azote)

Caractéristiques du produit	% du produit brut	Apport total pour 10 tonnes de produit épandu (kg/ha)	Coefficient de minéralisation maximal en 91j	Estimation des fournitures pour 10 tonnes de matière brute / ha
Matière sèche	93.3	9330		
Matière organique (MO)	86.6	8660		796 kg de MO stable
Carbone (C)	43.3	4330	90.8 %	398 kg de C stable
Azote Total (Nt)	4.29	429		247 Unités de N disponibles
Dont Azote organique	4.27	427	57.3 %	245 Unités (2)
Dont azote minéral	0.02	2		
Forme Nitrique	0.01	1 .		1 Unités (1)
Forme Ammoniacale	0.01	1		1 Unités (1)
C/N total	10.1			

COURBES DE MINERALISATION DE VOTRE PRODUIT ET DE PRODUITS DE REFERENCE



Siège Social : 1, rue Champlain - Z.I. Chef de Baie - 17074 LA ROCHELLE CEDEX 9 - Tél. 05 46 43 45 45 - Fax 05 46 67 56 80 - e-mail info-larochelle@laboratoirelca.com LCA Bordeaux : 39, rue Michel Montaigne - 3.P. 122 - 33294 BLANQUEFORT CEDEX - Tél. 05 56 35 58 60 - Fax 05 56 35 58 69 - e-mail info-bordeaux@laboratoirelca.com S.A.S. & Com ré de Direction et Consoil de Surveillance, au capital de 463 060 € - R.C.S. La Rachelle B 380 318 501 - Siret : 380 318 501 00026 APE 743 B - FR 96 380 318 501

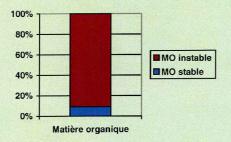


 ⁽¹⁾ Azote immédiatement disponible après épandage
 (2) Azote potentiellement disponible à court ou moyen terme. (Voir l'interprétation ci-dessous)

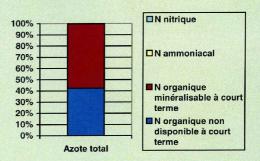
INTERPRETATION

On considère que trois mois d'essai au laboratoire équivalent à une année de culture.

✓ Ce produit a une très faible capacité à enrichir le sol en matière organique. Un an après l'épandage de 10 tonnes de votre produit (apportant 8660 Kg de matière organique), il pourrait ne rester que 796 Kg de matière organique résistante à la dégradation, potentiellement transformable en humus.



✓ Votre produit devrait tout d'abord libérer la faible part d'azote minéral (sous forme ammoniacale et nitrique) qu'il contient. Cette forme est disponible dès l'épandage, si la culture est en place. La fourniture pourrait être de 2 Kg d'azote pour un épandage de 10 tonnes. Les fournitures d'azote à partir de la minéralisation de l'azote organique du produit devraient être importantes, dès l'épandage. On observe en effet une fourniture positive d'azote durant toute la durée de l'essai, dont l'amplitude maximale devrait être observée environ un an après l'épandage pour un apport au printemps. Les fournitures d'azote étant très liées aux conditions d'humidité et de température du sol, elles seront différées si les épandages sont réalisés en automne, hiver ou en période de sècheresse.



➤ Votre produit possède les caractéristiques d'un amendement organique non stabilisé. En revanche, il peut participer de façon non négligeable à la nutrition azotée des cultures à court et moyen terme : la libération d'azote minéral à partir de l'azote organique du produit est en effet très forte, dès les premières semaines suivant l'apport.

Le 29 octobre 2010 LCA – Service Agronomie Thibault SALOU

Détail du calcul des estimations de fourniture pour 10 tonnes de matière brute / ha :

Estimation de la quantité de MO stable

La quantité totale en kg de carbone fournie par 10 tonnes de produit brut est calculée en multipliant la dose de 10 000 kg par la teneur en carbone du produit brut = 10000 x 43,3 / 100 = 4330 kg

On multiplie ensuite cette quantité par le taux de minéralisation du carbone après 91 jours d'incubation, pour calculer la <u>quantité de carbone susceptible d'être minéralisée</u> la première année. Pour un apport de 10 T, la quantité de carbone minéralisée du produit est : 4330 x 90,8 % = **3932 kg**.

La quantité de carbone restant dans le sol est alors : C_{stable} = 4330 - 3932 = 398 kg/ha
La fourniture de MO stable est calculée par : MO_{stable} = C_{stable} x 2 = 398 x 2 = 796 kg/ha

Estimation des fournitures d'azote :

Pour 10 tonnes de produit brut, les quantités d'azote apportées par le produit sont calculées en multipliant la dose de 10 000 kg par la teneur en azote du produit brut. Les différentes formes d'azote sont distinguées.

N ammoniacal = 10000 x 0,01 / 100 = 1 kg
N nitrique = 10000 x 0,01 / 100 = 1 kg

N organique = $10000 \times 0,017 \times 100 = 1 \text{ kg}$

L'azote minéral (ammoniacal et nitrique) initialement présent dans le produit est supposé être disponible à court terme.

On multiplie ensuite la quantité d'azote organique apportée par le taux maximal de minéralisation de l'azote organique, observé ici après 13 semaines d'incubation, pour calculer la quantité maximale d'azote susceptible d'être minéralisée. Pour un apport de 10 T, la quantité maximale d'azote minéralisée est : 427 x 57,3 % = 245 kg

L'allure de la cinétique de minéralisation indique si l'azote ainsi minéralisé est disponible à court, moyen ou long terme, et sur l'existence d'un éventuel phénomène transitoire ou prolongé de réorganisation de l'azote.

Les fournitures totales d'azote minéral sont calculées en additionnant l'azote minéralisé à partir des différentes formes d'azote : N total minéralisable = 1 + 1 + 245 = 247 kg

Suite annexe 3:



Analyse n° PORL10006731
RESIDUS ALIMENTAIRES DESHYDRATES

MICROHUMUS LABORATOIRE

3

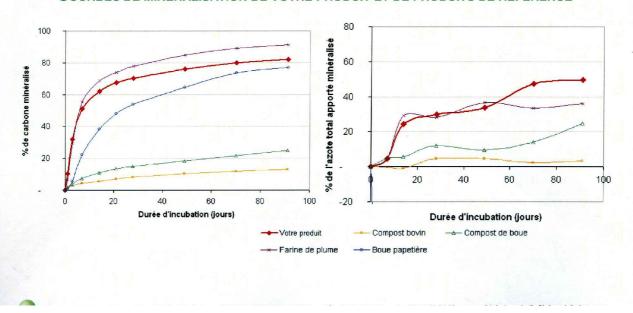
SYNTHESE DES RESULTATS

XP U44 163 (cinétique de minéralisation du carbone et de l'azote)

Caractéristiques du produit	% du produit brut	Apport total pour 10 tonnes de produit épandu (kg/ha)	Coefficient de minéralisation maximal en 91j	Estimation des fournitures pour 10 tonnes de matière brute / ha
Matière sèche	89.9	8990		
Matière organique (MO)	84	8400		1496 kg de MO stable
Carbone (C)	42	4200	82.2 %	748 kg de C stable
Azote Total (Nt)	5.81	581		296 Unités de N disponibles
Dont Azote organique	5.73	573	50.2 %	288 Unités ⁽²⁾
Dont azote minéral	0.08	8		
Forme Nitrique	0.06	6		6 Unités (1)
Forme Ammoniacale	0.02	2		2 Unités (1)
C/N total	7.2		in ¹³ by	

⁽¹⁾ Azote immédiatement disponible après épandage

COURBES DE MINERALISATION DE VOTRE PRODUIT ET DE PRODUITS DE REFERENCE

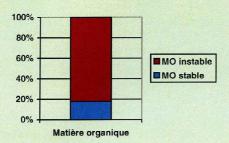


⁽²⁾ Azote potentiellement disponible après épartage (2) Azote potentiellement disponible à court ou moyen terme. (Voir l'interprétation ci-dessous)

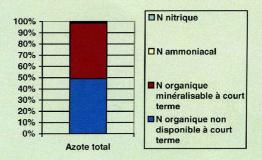
INTERPRETATION

On considère que trois mois d'essai au laboratoire équivalent à une année de culture.

Ce produit a une faible capacité à enrichir le sol en matière organique. Un an après l'épandage de 10 tonnes de votre produit (apportant 8400 Kg de matière organique), il pourrait rester 1496 Kg de matière organique résistante à la dégradation, potentiellement transformable en humus.



✓ Votre produit devrait tout d'abord libérer la faible part d'azote minéral (sous forme ammoniacale et nitrique) qu'il contient. Cette forme est disponible dès l'épandage, si la culture est en place. La fourniture pourrait être de 8 Kg d'azote pour un épandage de 10 tonnes. Les fournitures d'azote à partir de la minéralisation de l'azote organique du produit devraient être importantes, dès l'épandage. On observe en effet une fourniture positive d'azote durant toute la durée de l'essai, dont l'amplitude maximale devrait être observée environ un an après l'épandage pour un apport au printemps. Les fournitures d'azote étant très liées aux conditions d'humidité et de température du sol, elles seront différées si les épandages sont réalisés en automne, hiver ou en période de sècheresse.



➤ Votre produit possède les caractéristiques d'un amendement organique non stabilisé. En revanche, il peut participer de façon non négligeable à la nutrition azotée des cultures à court et moyen terme : la libération d'azote minéral à partir de l'azote organique du produit est en effet très forte, dès les premières semaines suivant l'apport.

Le 29 octobre 2010 LCA – Service Agronomie Thibault SALOU

Détail du calcul des estimations de fourniture pour 10 tonnes de matière brute / ha :

Estimation de la quantité de MO stable :

La quantité totale en kg de carbone fournie par 10 tonnes de produit brut est calculée en multipliant la dose de 10 000 kg par la teneur en carbone du produit brut = 10000 x 42 / 100 = **4200 kg**

On multiplie ensuite cette quantité par le taux de minéralisation du carbone après 91 jours d'incubation, pour calculer la <u>quantité de carbone susceptible d'être minéralisée</u> la première année. Pour un apport de 10 T, la quantité de carbone minéralisée du produit est : 4200 x 82,2 % = **3452 kg.**

La quantité de carbone restant dans le sol est alors : C_{stable} = 4200 - 3452 = 748 kg/ha
La fourniture de MO stable est calculée par : MO_{stable} = C_{stable} x 2 = 748 x 2 = 1496 kg/ha

Estimation des fournitures d'azote :

Pour 10 tonnes de produit brut, les quantités d'azote apportées par le produit sont calculées en multipliant la dose de 10 000 kg par la teneur en azote du produit brut. Les différentes formes d'azote sont distinguées.

N ammoniacal = 10000 x 0,02 / 100 = 2 kg

N nitrique = 10000 x 0,06 / 100 = 6 kg

N organique = 10000 x 5,73 / 100 = 573 kg

L'azote minéral (ammoniacal et nitrique) initialement présent dans le produit est supposé être disponible à court terme.

On multiplie ensuite la quantité d'azote organique apportée par le taux maximal de minéralisation de l'azote organique, observé ici après 13 semaines d'incubation, pour calculer la quantité maximale d'azote susceptible d'être minéralisée. Pour un apport de 10 T, la quantité maximale d'azote minéralisée est : 573 x 50,2 % = 288 kg

L'allure de la cinétique de minéralisation indique si l'azote ainsi minéralisé est disponible à court, moyen ou long terme, et sur l'existence d'un éventuel phénomène transitoire ou prolongé de réorganisation de l'azote.

Les fournitures totales d'azote minéral sont calculées en additionnant l'azote minéralisé à partir des différentes formes d'azote : N total minéralisable = 2 + 6 + 288 = 296 kg

Annexe 4:

		N	Р	K	Ca	S	CI	Si	Fe	Al	Zn	Cr	Os
	paroi	0	0	1632	233	0	2372	0	46	0	0	0	-
	contenu cellulaire dense	0	399	2664	145	665	0	537	0	0	_		_
Morceau jaune-brun >2	substance dense	5426	6445		474	1259	2048	440	0	0		411	22566
	contenu cellulaire	0	424	1067	0	371	0	0	0	0		0	
	paroi (plus dense)	6053	3343	2630	212	2234	3717	0	0	0			
	granules	0	195	51	72	43	0	562	0	0		0	
	granules	2190	727	39	40	474	666	0	0	0		-	
	substance dense	1788	649	95	109	278	877	683	0	0		0	
Morceau brun-noir >2	substance blanche 2824	0	65	311	0	152	0	0	0	0			
	paroi entourant substance blanche 2824	5847	1200	86	23	523	1039	0	0	0	0	0	
	paroi granulaire 2820-21-26	612	209	0	0	82	0	817	0	0		0	
	épithélium intestin	8571	1286	34	18	1626	785	479	0	0			
Fraction fine (1)	autre partie du corps	8302	1936	198	85	1356	1420	371	0	0		279	
	élément lisse non identifié	0	3084	0	0	0	4618	0	63	0		751	20802
	résidu carné 2829	8457	2687	649	388	2069	2568	0	93	0		585	
	résidu carné : bordure granulaire 2829	0	707	582	104	460	539	0	0	0	_	0	
Pelote fibreuse >2	résidu carné 2829	7809	2281	191	224	1380	2068	0	0	0		0	
	paroi fibre 2828	0	453	941	219	716	826	0	0	0		0	
	contenu cellulaire 2830	0	651	1002	164	225	1924	0	0	0			
	substance dense	14931	3111	274	102	2851	1493	1240	81	0		0	
	paroi	0	0	176	620	0	1076	0	0	0			
	contenu cellulaire	800	393	258	192	259	259	0	0	0		0	
Fraction fine (3)	zone avec quelques points	699	53	161	148	109	348	0	0	0	_	-	
(0)	résidu carné 2839	0	0	75	0	204	246	830	0	0	-	0	
	paroi 2838	0	31	278	569	29	1011	0	69	0	0	0	
	paroi	0	260	2046	276	374	0	512	0	196	0	-	
	substance dense	0	0	556	611	0	4115	0	0	0	0	0	0
	contenu cellulaire	0	248	1642	153	0	3762	0	0	0	0	0	0
Fraction fine (2)	substance claire (cf dessin cahier)	0	178	359	119	193	0	0	0	0		0	0
,	substance dense (cf dessin cahier)	13959	0	0	337	1287	3693	0	0	0		0	0
	autre substance dense (cf dessin cahier)	4741	747	0	206	2369	6255	0	52	0		703	1260
	substance noire	6743	758	0	94	1934	4622	0	0	0		0	
	résidu carné 2843	6319	3229	1259	1130	496	5071	0	66	0		462	15696
	paroi 2841	0	536	451	278	0	1371	0	0	0	0	0	3127
Fragment jaune-brun >2	contenu cellulaire 2841	2132	1772	269	218	318	1552	0	21	0		0	
,	contenu cellulaire 2842	2240	1707	594	287	258	2385	0	0	0	0	0	7436
	contenu cellulaire 2845	3247	1457	2687	0	965	3430	0	0	0	0	0	4829
Frankling for a (4)	fibre 2857	0	0	0	0	523	0	0	22	0	0	0	0
Fraction fine (4)	résidu carné 2855	4855	684	0	112	1074	341	1434	47	0	0	0	1697
	paroi	0	351	278	97	358	0	0	0	59	0	0	404
	restes cellulaires 2860 partie claire	0	26	203	993	114	2118	2459	0	0		0	0
	restes cellulaires 2860 partie plus dense	3712	897	458	152	485	2678	1329	0	0	0	0	222
Fraction fine (5)	restes cellulaires 2858	13110	693	0	170	2109	2170	0	118	0	0	0	1730
,	restes cellulaires 2858 (paroi dense)	29578	416	0	0		7541	0	0	8	0		
	restes cellulaires 2858	1901	547	144	0	269	1155	0	0	0		0	
	restes cellulaires 2858	5736		250	110		841	0	65	0	0	0	84
Morceau jaune <2	paroi	12668		153	435	3708	663	0	143	159			
	contenu cellulaire dense	15501	2227	45	120	2402	459	0	107	0			
	paroi 2848	0		428	160	284	0	0	0	83			
Particule jaune >2	paroi 2848	0	190	205	123	256	0	0	0	113	0		
	paroi	0	246	0	43	193	809	0	35	120	0		
Particule brun-rouge >2	substance dense	7626		172	77	1570	2868	0	22	0			13347
Ĭ	~vacuole	0		0	0	0	3877	0	24	0		0	
~Pellicule <2	structure ronde 2853-54	0	2815		211	472		0	23	0	282		11023