

DIRECTION ENVIRONNEMENT

**DÉTERMINATION DU TAUX D'ASSIMILATION
D'OXYGÈNE D'UN COMPOST POUR ASSURER
UNE UTILISATION AGRONOMIQUE SÉCURITAIRE**

Dossier CRIQ 640-PE20750

RAPPORT TECHNIQUE

Monsieur Denis Potvin, agr.

Président

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DES INDUSTRIELS DU COMPOSTAGE

333, rue Franquet

Sainte-Foy (Québec) G1P 4C7

LAURENT CÔTÉ, ING. ET AGR.
RESPONSABLE DE PROJET

PAUL TOUPIN, ING.
DIRECTEUR

SOPHIE CANTIN, AGR.
COLLABORATRICE

SAINTE-FOY, LE 9 JUILLET 1998

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1. BUT DU PROJET	1
2. CONTEXTE	1
3. BUT ET OBJECTIFS	2
4. MÉTHODOLOGIE	3
4.1 REVUE DE LITTÉRATURE	3
4.2 ANALYSES EN LABORATOIRE	5
4.3 COMMUNICATIONS AUPRÈS DE SPÉCIALISTES	7
5. RÉSULTATS	8
5.1 REVUE DE LITTÉRATURE	8
5.2 ANALYSES EN LABORATOIRE	9
5.3 CONSULTATION AUPRÈS DE SPÉCIALISTES.....	11
6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	13
7. BIBLIOGRAPHIE.....	15

ANNEXE A : RÉSULTAT DES ANALYSES

1. BUT DU PROJET

Le 6 juin 1997, l'Association québécoise des industriels du compostage (AQIC) mandatait le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) pour réaliser une étude visant à déterminer le taux maximal d'assimilation d'oxygène qu'un compost peut posséder sans remettre en cause son caractère sécuritaire lors d'une utilisation agronomique. Ce projet est directement lié à la remise en question faite par les membres de l'AQIC quant à la teneur maximale actuellement tolérée dans la norme nationale sur les composts (CAN/BNQ 0413-200/1997).

Le projet devait initialement s'articuler autour des deux principaux éléments suivants : une revue de littérature et une compilation de différentes données disponibles au CRIQ et auprès de certains membres de l'AQIC. Ces données étant essentiellement des résultats d'analyses servant à mesurer la maturité d'un compost (taux d'assimilation d'oxygène, rapport C/N, indice d'autoréchauffement et indice de colorimétrie). Suite au dépôt d'un rapport d'étape par le CRIQ, le 4 septembre 1997, l'AQIC constatait que le nombre des données disponibles (8 résultats complets) était nettement insuffisant pour statuer sur le sujet. Elle décidait donc de faire analyser par le CRIQ 36 échantillons supplémentaires de compost. Les paramètres analysés devant être le taux d'assimilation d'oxygène, le rapport C/N, l'indice d'autoréchauffement et l'indice de colorimétrie. Les échantillons ont été fournis par les 8 membres de l'association.

Les données obtenues lors de la réalisation de ce projet doivent permettre à l'AQIC d'établir un consensus entre les membres quant à la pertinence de demander au Bureau de normalisation du Québec (BNQ) une modification concernant le paramètre du taux d'assimilation d'oxygène. La description des travaux réalisés, les résultats obtenus et l'interprétation qui en est faite par le CRIQ font l'objet du présent rapport.

2. CONTEXTE

La norme canadienne sur les composts stipule qu'un compost est jugé mature s'il respecte deux des trois exigences suivantes : un rapport C/N inférieur ou égal à 25, un taux d'assimilation d'oxygène inférieur ou égal à 150 mg O₂/ kg SV-h et un taux de germination du cresson et du radis supérieur ou égal à 90 % par rapport à un échantillon témoin ainsi qu'une croissance supérieure ou égale à 50 % par rapport à un échantillon témoin. La valeur retenue par le comité de normalisation pour le taux d'assimilation d'oxygène (150 mg O₂/ kg SV-h) est celle avancée par un membre du

comité, le docteur Suku Mathur, et elle provient d'une étude réalisée en Italie il y a plusieurs années (Mathur et coll., 1993). Il semble qu'il s'agissait à l'époque de la seule source bien documentée qui proposait une valeur pour ce paramètre.

À défaut de pouvoir comparer les résultats de l'étude italienne avec d'autres études, le comité de normalisation a retenu la valeur de 150 mg O₂ / kg SV-h. Cependant, ce choix se serait fait davantage dans une optique de mise en marché que de protection de l'environnement ou de qualité agronomique. Sur une base commerciale, et particulièrement pour la vente en sacs, l'un des plus grands risques associés à un compost immature est celui du dégagement d'odeurs nauséabondes. Le comité voulait donc s'assurer que tous les composts qui respecteraient les critères de la norme soient des produits très appréciés de tous les consommateurs.

Or cette valeur paraît aujourd'hui restrictive aux yeux des producteurs de composts regroupés au sein de l'AQIC et ce, particulièrement pour les composts utilisés afin d'amender certains sols agricoles ou forestiers ou pour la réhabilitation de sites dégradés. Elle est limitative à la vente et à la mise en marché des composts. Elle leur paraît justifiée pour les composts vendus en sacs mais trop restrictive pour ce qui est des composts vendus en vrac. Plusieurs matières organiques comme les boues et les fumiers frais peuvent être épandues alors que leur taux d'assimilation d'oxygène dépasse largement celui stipulé dans la norme. Même si les fumiers frais peuvent causer un problème de faim d'azote, leur épandage est largement répandu et ils peuvent être utilisés de manière sécuritaire pour l'environnement et avantageuse pour les sols et les cultures, lorsque les doses d'épandage répondent aux critères agronomiques et environnementaux fixés. Il paraît donc essentiel pour l'AQIC de revoir cette valeur, tout en s'assurant que toute nouvelle limite qui serait déterminée continue à garantir la qualité agronomique et l'innocuité des composts.

3. BUT ET OBJECTIFS

Le but du projet consistait à porter un jugement sur la valeur du taux d'assimilation d'oxygène maximal actuellement permis dans la norme CAN/BNQ et ce, en regard du risque potentiel pour l'environnement et de l'utilisation qui est faite du compost. Pour y arriver nous nous sommes fixés les principaux objectifs suivants :

Identifier dans la littérature et par des contacts avec différents chercheurs, toute nouvelle valeur du taux d'assimilation d'oxygène qui serait suggérée pour garantir la maturité ainsi que les raisons qui justifient ces valeurs.

Situer la valeur actuelle du taux d'assimilation d'oxygène (150 mg O₂ / kg SV-h) par rapport aux valeurs limites de trois autres paramètres de mesure de maturité; le rapport C/N, l'indice d'autoréchauffement et l'indice de colorimétrie;
Déterminer s'il existe un lien entre la valeur du taux d'assimilation d'oxygène et le type de matériel composté ainsi que l'âge du matériel mais en considérant la fin de la phase thermophile comme point de départ.

4. MÉTHODOLOGIE

Pour atteindre le but et les objectifs visés, le CRIQ a travaillé sur trois blocs intimement liés entre eux : une revue de littérature, des analyses de compost en laboratoire et des communications avec des spécialistes du compostage au Québec et ailleurs dans le monde. Les lignes qui suivent présentent de manière plus détaillée la méthodologie suivie à l'intérieur de chacun de ces blocs.

4.1 REVUE DE LITTÉRATURE

La revue de littérature avait pour but de vérifier si des travaux ont été réalisés en rapport au taux d'assimilation d'oxygène des composts au cours des cinq dernières années et d'identifier, le cas échéant, les valeurs maximales suggérées. D'une manière plus précise, la revue visait à identifier des publications techniques ou scientifiques concernant la maturité et la stabilité des composts, leur potentiel pour l'épandage en regard de la maturité et du taux d'assimilation d'oxygène (respirométrie). Les mots clés qui ont été utilisés pour cette recherche sont : *compost(age), maturité, stabilité, épandage et respirométrie*.

Une vingtaine de banques de données, couvrant plus de 50 pays, ont été consultées. Les principales sont :

ENVIROLINE

Cette banque couvre les principales informations environnementales disponibles à travers le monde. Elles sont tirées d'environ 5000 sources différentes dont des périodiques, des documents gouvernementaux, des rapports d'industries, des comptes rendus de conférences et des monographies. On y retrouve plus de 1 million d'articles.

ENVIRONMENTAL BIBLIOGRAPHY

Plus de 300 périodiques sont indexés sur cette banque qui couvre des sujets comme l'énergie, la gestion des sols et de l'air, l'eau et ses ressources et l'agroalimentaire. Elle regroupe plus de 500 000 articles.

POLLUTION ABSTRACTS

Cette banque de couverture mondiale regroupe les principaux articles qui se rapportent aux diverses sources de pollution et à son contrôle.

CAB ABSTRACTS

Cette banque de plus de 3 millions d'enregistrements est spécifiquement dédiée à l'agriculture et la biotechnologie. Elle regroupe tous les articles parus dans les publications du Commonwealth Agriculture Bureau. Plus de 8500 journaux sont indexés incluant des articles techniques, des brevets, des rapports de conférences et des thèses.

BIOSIS PREVIEWS

Avec plus de 8 millions d'articles, il s'agit de la banque qui regroupe le plus de littérature dans le secteur de la biologie. Les biotechnologies, l'environnement, la microbiologie et les sciences biomédicales sont ainsi regroupés dans cette banque qui présente des articles tirés de sources diverses.

CRIS/USDA

Les 80 000 articles de cette banque regroupent la littérature scientifique tirée des projets supportés par le gouvernement américain principalement dans le domaine de l'agriculture. On y retrouve, entre autres plusieurs articles provenant de centres de recherche et d'universités.

FAR

Cette banque, Federal Acquisition Regulations, couvre les publications gouvernementales américaines concernant l'application de la politique d'acquisition. Le département d'agriculture ainsi que l'agence de protection de l'environnement font partie des sources disponibles.

FEDERAL REGISTER

L'agriculture et l'environnement font partie des sujets couverts par cette banque de données comprenant plus de 55 000 entrées. Elle concerne, entre autres l'agriculture et l'environnement.

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

NORIANE

Noriane porte sur toutes les normes, réglementations et projets Français, Européens et internationaux depuis 1976. Elle est produite par l'Association Française de Normalisation.

Parallèlement aux efforts consacrés sur les banques de données, des recherches ont également été effectuées par l'entremise du réseau Internet. Deux sites Web ont fait l'objet d'une consultation approfondie : celui de l'Université Cornell aux États-Unis et celui de l'Université d'Essen en Allemagne.

4.2 ANALYSES EN LABORATOIRE

De nouvelles méthodes ont été développées récemment pour mesurer, par des techniques simples, le degré de maturité des composts et statuer, à l'aide d'une cote, sur leur potentiel d'utilisation ou leur degré d'évolution. Deux de ces méthodes ont retenu notre attention. Il s'agit de l'indice d'autoréchauffement, développé en Europe et utilisé sur une base normative en Allemagne pour les boues d'épuration, et de l'indice de colorimétrie mis au point aux États-Unis par le laboratoire Woods End Research. Deux raisons principales ont justifié leur utilisation dans le cadre du présent projet. La première est liée à la facilité d'interprétation des résultats obtenus (cote correspondant directement à un degré de maturité) et la seconde à la simplicité d'exécution des méthodes.

Notre méthodologie a donc consisté à échantillonner 44 composts différents et à analyser, pour chacun de ces composts, les paramètres suivants : taux d'assimilation d'oxygène, rapport C/N, indice d'autoréchauffement et indice de colorimétrie. L'étude des résultats obtenus nous a permis de constater les liens qui existent entre les données issues des différentes méthodes et de juger du degré de sévérité de la limite de 150 mg O₂/ kg SV-h que l'on retrouve actuellement dans la norme CAN/BNQ.

Les méthodes d'analyse utilisées pour la mesure du taux d'assimilation d'oxygène et du rapport C/N sont celles prescrites par la norme CAN/BNQ 0413-200/1997. Pour la mesure de l'indice d'autoréchauffement, la méthode a été extraite d'un article intitulé « Standardized Test for Evaluation of Compost self-Heating » (Brinton et coll. 1995). Pour l'indice de colorimétrie elle provient du nécessaire d'essai de la marque Solvita vendu par les laboratoires Woods End Research.

Le principe utilisé pour l'indice d'autoréchauffement est le suivant : un échantillon de compost est humidifié jusqu'à saturation et il est déposé dans un contenant de type « Dewar ». Un thermomètre est inséré dans le compost et un autre dans l'air ambiant de la pièce où se déroule l'essai. L'écart maximal entre la température du compost et celle du milieu ambiant est mesuré à tous les jours durant 5 jours. Selon l'ampleur de

l'écart mesuré, le degré de maturité du compost est établi. Le tableau I présente les 5 classes de compost que cette méthode permet de déterminer ainsi que les principales caractéristiques de ces classes.

TABLEAU I

**Description des différentes classes de composts
selon la méthode de l'indice d'autoréchauffement**

T° vs T° ambiante (°C)	Catégorie	Description	Type de compost
0-10	V	Compost très stable et très âgé	Compost mature
10-20	IV	Compost modérément stable, âgé et en fin de maturation	Compost mature
20-30	III	Compost actif, jeune et en maturation	Compost actif
30-40	II	Compost très jeune, très actif et immature	Compost actif
>40	I	Matériel frais en démarrage de compostage	Compost frais

De son côté, le principe utilisé par l'indice de colorimétrie est basé sur les différentes couleurs que prend un indicateur suite à sa mise en contact avec un compost mature par rapport à un compost immature. Préalablement à la lecture de l'indicateur, le compost est humidifié, une solution tampon est ajoutée et une période de repos est respectée. Selon la couleur observée sur l'indicateur, le degré de maturité est établi. Le tableau II présente les 8 classes que cette méthode permet de déterminer ainsi que les principales caractéristiques de chacune des classes.

TABLEAU II

**Description des différentes classes de compost
selon la méthode de l'indice de colorimétrie**

Cote	Description	Type de compost
-------------	--------------------	------------------------

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

colorimétrique		
8	Compost très stable et très âgé	Compost mature
7	Compost stable et âgé	Compost mature
6	Compost en fin de phase active, près de la maturité	Compost actif
5	Compost jeune et actif, en maturation	Compost actif
4	Compost jeune, en pleine phase de dégradation, très actif et immature	Compost actif
3	Compost très actif, matériel jeune et haut taux de respiration	Compost actif
2	Matériel frais, très actif et très haut de respiration	Compost frais
1	Matériel très frais, en démarrage de compostage	Compost frais

4.3 COMMUNICATIONS AUPRÈS DE SPÉCIALISTES

Afin de compléter et de préciser certaines informations obtenues lors de la revue de littérature et des analyses en laboratoire, le CRIQ est entré en contact avec des spécialistes du compostage au Québec, aux États-Unis et en Europe (principalement en Allemagne et en Angleterre). Ces communications, qui ont pris la forme d'échanges par courrier électronique, par télécopieur et par téléphone, visaient à obtenir l'opinion de scientifiques qui ont étudié le concept de la maturité des composts. Les échanges ont porté principalement sur les méthodes d'analyse et sur l'interprétation qui doit être faite des résultats obtenus. Un accent particulier a été mis sur l'analyse du taux d'assimilation d'oxygène et sur la valeur limite acceptable dans un contexte de protection de l'environnement et de bénéfices agronomiques. Des échanges avec les fonctionnaires du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEFQ) ont également été faits dans le but d'arrimer le volet réglementaire et législatif aux données recueillies lors de cette étude.

Des contacts sérieux ont été établis avec plus d'une dizaine de scientifiques. Les échanges se sont prolongés avec cinq d'entre eux ; trois de l'Angleterre, un des États-Unis et un du Québec.

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

5. RÉSULTATS

5.1 REVUE DE LITTÉRATURE

La revue de littérature et les visites sur le réseau Internet n'ont pas permis d'obtenir beaucoup d'informations spécifiques à la mesure du taux d'assimilation d'oxygène en relation avec l'établissement d'une valeur maximale tolérable, pour une utilisation sécuritaire sur le plan environnemental et bénéfique sur le plan agronomique. Par contre, paradoxalement, plusieurs auteurs affirment que le taux d'assimilation d'oxygène est le meilleur outil d'évaluation de la stabilité et de la maturité d'un compost. Cette affirmation est appuyée principalement sur le fait que le taux d'assimilation d'oxygène (taux de respiration) ne dépend pas des caractéristiques initiales des intrants utilisés ni des conditions observées durant le déroulement du processus de compostage, mais bien de l'état de décomposition ou d'évolution de la matière organique au moment de l'analyse Richard et Zimmerman, 1995 . Ceci signifie qu'un compost, à un état de dégradation donné, devrait avoir un taux d'assimilation d'oxygène à peu près constant peu importe la nature des matériaux utilisés au départ. Pour un taux d'assimilation d'oxygène donné, il restera plus ou moins de composés à dégrader dans le compost. En présence de matériaux rapidement biodégradables (hautement fermentescibles) et en l'absence de chaînes de carbone très stables, la maturité sera atteinte plus rapidement. Cependant, à taux de respiration égaux, le degré de maturité de différents composts sera le même. De plus, selon Iannotti et coll. 1994 , le taux d'assimilation d'oxygène (respirométrie) pourrait être utilisée afin de prédire autant la stabilité que la maturité d'un compost puisque les essais réalisés par ces derniers permettent d'établir un lien entre le taux d'assimilation d'oxygène (maturité) et les essais de croissance (stabilité). Ces auteurs ont observé que plus la maturité est grande, donc plus le taux d'assimilation d'oxygène est faible, plus l'indice de croissance de la plante est élevé (coefficient $R^2=0,90$).

Parmi tous les documents consultés, seulement quatre publications avancent des chiffres qui lient la maturité d'un compost à un taux précis d'assimilation d'oxygène. La première indique qu'un compost stable devrait avoir un « SOUR » (Specific Oxygen Uptake Rate) inférieur à 1,0 mg O₂/g SV-h, ce qui signifie 1 000 mg O₂/kg SV-h (Sesay et coll., 1997). Cette même valeur signifie 1 000 mg O₂/kg SV-h est mentionnée dans une seconde publication (Zimmerman, 1991). La troisième source provient de Iannotti et coll. (1993). Ces derniers mentionnent qu'un haut niveau de stabilité est atteint lorsque le taux d'assimilation d'oxygène est inférieur à 0,5 mg O₂/g SV-h, ce qui signifie cette fois 500 mg O₂/kg SV-h. Enfin, une quatrième publication avance la valeur de 5 mg CO₂-C/g BVS-jour soit 208 mg O₂/kg SV-h (Craul et Switzenbaum, 1996).

Un cinquième document, « Critères provisoires pour la valorisation des matières résiduelles fertilisantes » du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, présente des valeurs limites à respecter mais sans appuyer techniquement les chiffres avancés (MEFQ, 1997). Les valeurs présentées sont liées à des conditions spécifiques d'utilisation des composts. On y mentionne un taux d'assimilation d'oxygène maximal de 1 500 mg O₂/kg SV-h pour les composts de type P2 et de 150 mg O₂/kg SV-h pour les composts de type P1 et les terreaux tout usage. Comme les valeurs présentées sont spécifiques à des critères particuliers d'utilisation, ces chiffres feront l'objet d'une présentation particulière à la section 5. Il est également important de rappeler qu'il s'agit de critères provisoires.

À la lumière de cette revue de littérature, il n'y a peu de nouveaux arguments à apporter si ce n'est qu'il y a pratiquement unanimité des auteurs à reconnaître la mesure du taux d'assimilation d'oxygène, comme un excellent paramètre de mesure de la maturité d'un compost. Malheureusement peu d'entre eux proposent une valeur qui permet de lier la mesure du taux d'assimilation d'oxygène à la maturité et très peu de travaux ont été réalisés sur ce sujet.

5.2 ANALYSES EN LABORATOIRE

Tel que mentionné à la section 4.2, 44 échantillons de compost ont été analysés. Les paramètres qui ont fait l'objet d'une analyse sont : le taux d'assimilation d'oxygène, le rapport C/N, l'indice d'autoréchauffement et l'indice de colorimétrie. Certaines informations complémentaires ont également été colligées. Il s'agit de l'âge du compost (en jour) et de son âge depuis la fin de la phase thermophile (en jour). Les résultats obtenus pour les 44 échantillons sont présentés à l'annexe A.

Les données concernant l'âge du compost, le rapport C/N et l'âge depuis la fin de la phase thermophile ont été recueillies et mesurées à titre informatif tout en ayant à l'esprit que ces données pourraient éventuellement permettre d'expliquer certaines tendances observées. Ce ne fut pas le cas. Aucun lien n'a pu être établi entre le rapport C/N, l'âge du compost (âge total et âge après la phase thermophile) et les trois autres paramètres analysés. Cet élément n'est pas surprenant lorsque l'on considère les explications fournies à la section 5.1, à savoir que la maturité est liée à un état de dégradation et que la rapidité d'atteinte de cet état est fonction de la stabilité des chaînes de carbone en cause (Richard et Zimmerman, 1995).

En focalisant sur les données obtenues pour l'indice d'autoréchauffement, l'indice de colorimétrie et le taux d'assimilation d'oxygène, nous avons fait le constat suivant :

6 échantillons sur 44 ont présenté un indice d'autoréchauffement de cote 1 (compost frais) ou un indice de colorimétrie de cote 1 ou 2 (compost frais). Ces 6

échantillons présentaient un taux d'assimilation d'oxygène moyen de 1 517 mg O₂/kg SV-h.

21 échantillons sur 44 ont présenté un indice d'autochauffement de cote II ou III (compost actif) ou un indice de colorimétrie de cote 3, 4, 5 ou 6 (compost actif). Ces 21 échantillons présentaient un taux d'assimilation d'oxygène moyen de 304 mg O₂/kg SV-h.

17 échantillons sur 44 ont présenté un indice d'autochauffement de cote IV ou V (compost mature) ou un indice de colorimétrie de cote 7 ou 8 (compost mature). Ces 17 échantillons présentaient un taux d'assimilation d'oxygène moyen de 113 mg O₂/kg SV-h.

Ces données, présentées au tableau III, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les trois méthodes sont unanimes en ce qui concerne les composts frais et la valeur moyenne mesurée lors du projet pour le taux d'assimilation d'oxygène (1 517 mg O₂/kg SV-h) rejoint celles véhiculées dans la littérature par Seasy et Zimmerman (1 000 mg O₂/kg SV-h) et par le MEFQ (1 500 mg O₂/kg SV-h).

Les trois méthodes sont également unanimes en ce qui concerne les composts très matures et la valeur moyenne mesurée lors du projet (113 mg O₂/kg SV-h) rejoint celle actuellement dans la norme CAN/BNQ de même que celle avancée par Mathur (150 mg O₂/kg SV-h) et par Mustin (équivalent à 160 mg O₂/kg SV-h).

- Il existe une zone grise entre les deux extrêmes que constituent les composts nettement immatures et ceux nettement matures. Dans cette zone, la valeur moyenne mesurée lors du projet (21 résultats) s'établit à 304 mg O₂/kg SV-h. Cette valeur s'approche de celles avancées par Hoitink (500 mg O₂/kg SV-h) et par Craul et Switzenbaum (208 mg O₂/kg SV-h). Cependant, tel que mentionné à la section 5.1, ces auteurs présentent ces chiffres dans un contexte de recherche particulier et non comme des chiffres universels qui garantissent la maturité d'un compost.

TABLEAU III

Relation établie entre les trois méthodes de mesure de la maturité mises à l'essai

Nombre d'échantillons	Indice d'autoréchauffement (cote)*	Résultat obtenu	
		Indice de colorimétrie (cote)*	Taux d'assimilation d'oxygène mg O ₂ /kg SV-h Valeur moyenne
6	I	1 et 2	1517
21	II et III	3, 4, 5 et 6	304
17	IV et V	7 et 8	113

* : Explication des cotes :

Auto réchauffement	I	Compost frais	Colorimétrie	1 et 2	Compost frais
	II et III	Compost actif		3, 4, 5 et 6	Compost actif
	IV et V	Compost mature		7 et 8	Compost mature

5.3 CONSULTATION AUPRÈS DE SPÉCIALISTES

À l'intérieur de la revue de littérature, quatre auteurs ont avancé une valeur permettant de lier la mesure du taux d'assimilation d'oxygène à la maturité d'un compost. Les principales consultations ont donc été orientées en priorité vers ces quatre spécialistes. Au total cinq personnes ont été consultées. Il s'agit de :

Mme Katia Lasaridi de l'Université de Leeds (Angleterre);
M. Edward Stentiford de l'Université de Leeds (Angleterre);
M. Alec Proffitt, du « Composting Association of England » (Angleterre);
M. Harry Hoitink, de l'Université d'Ohio (Etats-Unis);
M. Marc Hébert du Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (Québec).

Les premières personnes consultées furent Monsieur Edward Stentiford et Madame Katia Lasaridi du département de génie civil de l'Université de Leeds en Angleterre. Ils ont tous deux participé à la rédaction d'un article paru dans la revue « Compost Science and Utilization » (vol 5, n° 1) dans lequel la valeur de 1 000 O₂/kg SV-h était mentionnée (Sesay et coll., 1997). Ces personnes nous ont spécifié que la valeur indiquée (1 000 O₂/kg SV-h) n'était liée à aucune norme ou texte législatif mais qu'il s'agissait plutôt d'une valeur indicative développée dans le cadre du doctorat de Mme Lasaridi. Selon ces auteurs, il faudrait poursuivre les recherches avant de fixer la ou

les valeurs tolérables pour ce paramètre dans un contexte agronomique ou environnemental. D'autres échanges ont suivi du côté de l'Angleterre cette fois avec Monsieur Alec Proffitt, du « Composting Association of England ». La réponse fut la même à savoir que pour les composts, il n'existe actuellement pas de norme sur le taux de consommation d'oxygène et la stabilité. Cependant des discussions sont en cours au niveau d'un comité regroupant tous les pays de la Communauté Économique Européenne (C.É.E). À ce sujet, mentionnons que le CRIQ a été consulté par l'International Solid Waste Association ISWA (qui pilote le dossier pour la C.É.E. et la maturité constitue un problème majeur. Il n'y a pas encore d'entente sur les paramètres à analyser et les valeurs à respecter.

De son côté Monsieur Harry Hoitink, de l'Université d'Ohio, a été contacté pour obtenir des précisions sur la valeur de 500 mg O₂/kg SV-h avancée dans un article où il était co-auteur (Iannotti et coll., 1993). Il nous a mentionné que le lien établi entre la maturité et le chiffre de 500 mg O₂/kg SV-h devait être mis dans la perspective des résultats obtenus spécifiquement lors travaux de recherche dont l'article fait état. M. Hoitink n'a pas travaillé suffisamment sur ce sujet pour avancer une ou des valeurs qui seraient utilisables de manière universelle.

Finalement M. Marc Hébert du Service de l'assainissement agricole et des activités de compostage du MEFQ a été contacté afin de connaître les raisons justifiant les deux valeurs retrouvées dans le document « Critères provisoires pour la valorisation des matières résiduelles fertilisantes » publié sous sa direction. Ce document suggère une classification des matières résiduelles (incluant les composts) sur la base du contenu en pathogènes et en contaminants (en majorité des éléments chimiques). Il y a deux catégories pour les contaminants, C1 et C2. Ces catégories peuvent être jumelées aux différents types de composts que l'on retrouve dans la norme CAN/BNQ en ce qui concerne le contenu en éléments traces. Ainsi, la catégorie C1 correspond aux exigences pour les composts de type AA et A alors que la catégorie C2 correspond aux exigences pour les composts de type B. Pour les pathogènes il y a trois catégories; P1, P2 et P3 pour lesquelles les coliformes fécaux, les salmonelles et la maturité font l'objet d'exigences différentes. Un compost qui serait certifié en vertu de la norme CAN/BNQ (AA, A ou B) se retrouverait dans la catégorie P1 où le taux maximal d'assimilation d'oxygène doit être de 150 mg O₂/kg m.s./h. Pour les catégories P2 et P3, le taux maximal d'assimilation d'oxygène a été fixé à 1 500 mg O₂/kg m.s./h. Rappelons que ce sont ces catégories qui déterminent les usages possibles des composts. Il y a donc un lien direct entre l'utilisation autorisée et la teneur en contaminants (critères C) et en pathogènes (critères P).

M. Hébert a expliqué que la valeur de 1 500 mg O₂/kg m.s./h provient de la norme fixée par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) pour les boues municipales. L'EPA considère qu'une boue dont le taux maximal d'assimilation d'oxygène est de 1 500 mg O₂/kg m.s./h est une boue stabilisée et hygiénisée. Le critère est donc basé uniquement sur un aspect d'hygiène et de santé publique.

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce projet a permis de constater que plusieurs éléments font l'unanimité auprès de la communauté scientifique quant à l'utilisation de la mesure du taux d'assimilation d'oxygène comme paramètre d'analyse de la maturité d'un compost. Il en est de même pour les valeurs approximatives à respecter pour les composts nettement immatures et ceux nettement matures. Le projet a également permis de comparer trois méthodes utilisées pour mesurer la maturité des composts.

À la lumière des résultats obtenus lors de ce projet et en se basant sur l'expérience du CRIQ comme laboratoire d'analyse de compost ainsi que fabricant et utilisateur de compost sur une base de recherche et d'expérimentation, nos recommandations sont les suivantes :

Faute de données techniques et scientifiques qui démontrent hors de tout doute que l'utilisation d'un compost dont le taux d'assimilation d'oxygène serait supérieur à 150 mg O₂/kg SV-h ne peut causer de préjudice aux utilisateurs, nous recommandons de conserver la valeur de 150 mg O₂/kg SV-h pour tous les composts vendus en sacs. C'est uniquement en raison du risque potentiel de production d'odeurs que le CRIQ recommande de conserver la valeur prescrite actuellement dans norme CAN/BNQ 0413-200/1997. Les composts qui possèdent un taux d'assimilation d'oxygène supérieur à 150 mg O₂/kg SV-h peuvent, lorsqu'ils sont mis en sacs, dégager des odeurs nauséabondes à l'ouverture des sacs. Ceci peut avoir comme conséquence de miner sérieusement la confiance des consommateurs face au produit et, à la limite, nuire au bien-être physique des utilisateurs. D'ailleurs une étude réalisée au CRIQ en 1994 a démontré que les composts commerciaux vendus en sacs sur le marché québécois présentaient à cette époque des taux d'assimilation d'oxygène inférieurs à 100 mg O₂/kg SV-h.

En ce qui concerne les composts vendus en vrac, le CRIQ recommande la valeur de 300 mg O₂/kg SV-h pour les composts de type AA, A et B. Cette valeur correspond à la valeur moyenne pour laquelle l'indice d'autoréchauffement et l'indice de colorimétrie ne présentent aucune contre-indication d'utilisation qui serait basée sur une possibilité d'impact négatif pour l'environnement ou sur un risque potentiel pour la santé publique. Pour les composts vendus en vrac, le problème associé aux odeurs est toujours présent mais il est sensiblement diminué. D'une part, les manipulations requises pour la reprise et le transport du produit éliminent pratiquement toutes les odeurs et, d'autre part, les utilisations qui justifient l'approvisionnement de compost en vrac sont habituellement faites dans des milieux moins sensibles aux odeurs (végétalisation de sites dégradés, utilisation agricole, horticulture, aménagements paysagers - en mélange avec de la terre, etc.). Contrairement à d'autres paramètres de la norme CAN/BNQ, il n'y a

aucune logique à recommander une valeur différente pour les composts de type AA, A et B. Alors qu'il est normal d'inscrire la concentration en éléments traces ou le contenu en matière organique dans la logique de qualité dégressive que le comité de normalisation a décidé d'adopter, il en est tout autrement pour le paramètre de la maturité qui s'inscrit davantage dans la lignée des paramètres biologiques (coliformes fécaux et salmonelles) pour lesquels la même valeur doit s'appliquer peu importe le type de compost produit. Le degré de maturité doit correspondre à un état d'évolution de la matière organique et la seule raison qui justifie une valeur plus sévère pour les composts vendus en sacs est celle de la sensibilité de plusieurs consommateurs aux odeurs qu'ils ne sont pas habitués de sentir.

Ces recommandations sont faites sur une base arbitraire en fonction de l'état actuel des connaissances sur le sujet et elles devront être revues lorsque des éléments nouveaux pourront justifier une prise de position différente.

7. BIBLIOGRAPHIE

Brinton, W.F., E. Evans, M.K. Droffner, et R.B. Brinton (1995). Standardized Test for Evaluation of Compost Self-heating. *Biocycle*, novembre 1995, Emmaus, USA, p. 64-69.

Craul, P.J. et Michael S. Switzenbaum (1996). Developing Biosolid Compost Specifications. *Biocycle*, décembre 1996, Emmaus, USA, p. 44-47.

CRIQ, (1994). Caractérisation de certains composts commerciaux disponibles au Québec. Rapport technique remis au Consortium québécois sur le développement du compostage. Québec. 19 p.

Iannotti, D.A., M.E. Grebus, B.L. Toth, L.V. Madden, et H.A.J. Hoitink (1994). Oxygen Respirometry to Assess Stability and Maturity of Composted Municipal Solid Waste. *Journal of Environmental Quality*, vol 23, no 6, Madison, USA, p. 1177-1183.

Iannotti, D.A., Pang, T., Toth, B.L., Elwell, D.L., Keener, H.M., et H.A.J. Hoitink (1993). A Quantitative Respirometric Method for Monitoring Compost Stability. *Compost Science and Utilization*, vol 1, no 3, Emmaus, USA, p. 52-65.

Mathur, S.P., Owen, G., Dinel, H. et M. Schnitzer (1993). Determination of Compost Biomaturity. *Biological Agriculture and Horticulture*, vol 10, p. 65-85.

MEFQ, (1997). Critères provisoires pour la valorisation des matières résiduelles fertilisantes. MEFQ, Service de l'assainissement agricole et des activités de compostage. Québec, 33 p.

Richard, D. et R. Zimmerman (1995). Respiration rate-reheating potential: a comparison of measures of compost stability. *Compost Science and Utilization*, 3 (2): 74-79.

Sesay, A .A., Lasaridi, K., Stentiford, E. et Tim Bud (1997). Controlled Composting of Paper Pulp Sludge Using the Aerated Static Pile Method. *Compost Science and Utilization*, vol 5, no 1, Emmaus, USA, p. 82-96.

Zimmerman, R.A. (1991). Evaluation of Oxygen Utilization as an Indicator of Municipal Solid Waste Compost Stability. UMI Dissertation Services, Ann Arbor, USA. 199 p.

ANNEXE A
RÉSULTAT DES ANALYSES

CRIQ

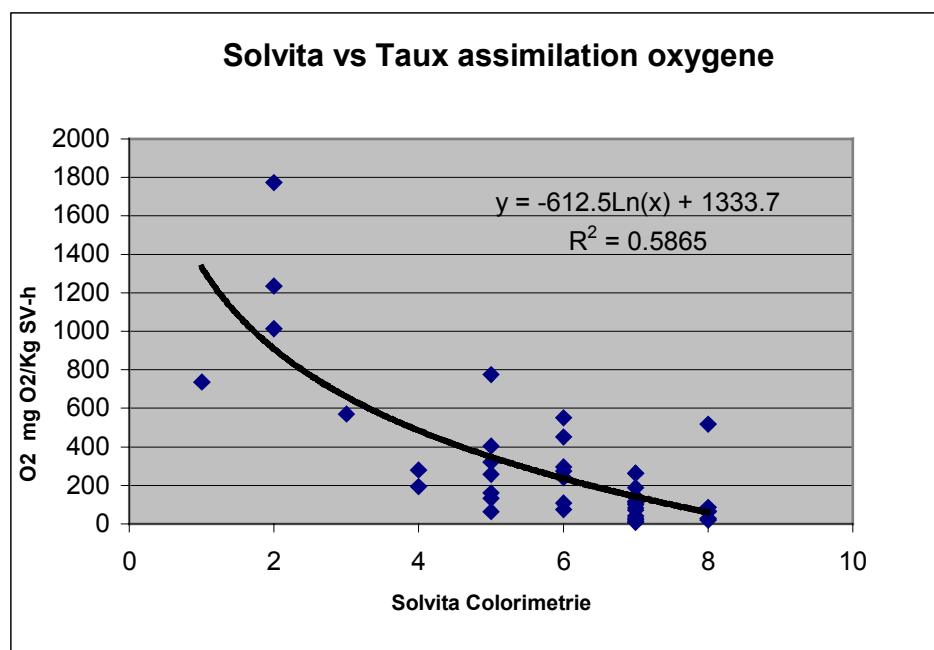
**CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC**

Compost	Âge total (jours)	Âge depuis la fin de la phase thermophile (jours)	Taux assimilation oxygène (mg O ₂ /kg SV-h)	Rapport C/N	Autoréchauffement		Colorimétrie	
					Cote	Type	Cote	Type
1	11	-	280,1	30,1	III	actif	4	actif
2	32	-	517,3	34,8	V	mature	8	mature
3	93	-	12,9	27,4	V	mature	7	mature
4	120	-	551,4	22,5	V	mature	6	actif
5	300	-	9,2	19	V	mature	7	mature
6	300	-	21,3	28,6	V	mature	7	mature
7	300	-	75,3	26,8	V	mature	6	actif
8	550	365	188,9	23,2	V	mature	7	mature
9	330	90	117	16,8	V	mature	7	mature
10	365	180	2824,2	28,2	IV	mature	2	frais
11	60	0	141,9	21,5	V	mature	7	mature
12	120	60	403,3	11,7	V	mature	5	actif
13	90	30	451,8	15,8	V	mature	6	actif
14	60	0	320,0	12,0	V	mature	5	actif
15	90	30	99,4	18,9	V	mature	7	mature
16	60	0	87,2	17,7	V	mature	8	mature
17	90	30	571,6	15,6	V	mature	3	actif
18	90	30	41,3	19,9	V	mature	7	mature
19	180	21	273,6	14	V	mature	6	actif
20	180	21	66,1	13,6	V	mature	8	mature
21	365	35	107,7	12	V	mature	7	mature
22	225	30	139,6	13,2	V	mature	7	mature
23	212	190	27,5	20,3	V	mature	8	mature
24	166	146	71,7	17,5	V	mature	7	mature
25	107	89	64,2	14,3	V	mature	5	actif
26	50	28	108,1	18,8	V	mature	6	actif
27	135	-	117,5	14,3	V	mature	7	mature
28	105	-	134,0	15,1	V	mature	5	actif
29	75	-	160,7	16,7	V	mature	5	actif
30	821	-	194,8	17,6	V	mature	4	actif
31	40	-	81,8	21,3	V	mature	7	mature
32	60	-	29,4	19,7	V	mature	7	mature
33	70	-	63,7	22	V	mature	8	mature
34	14	-	241,1	15,4	V	mature	6	actif
35	225	0	776,0	15,0	V	mature	5	actif
36	109	-	258,4	19	V	mature	5	actif

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

Compost	Âge total (jours)	Âge depuis la fin de la phase thermophile (jours)	Taux assimilation oxygène (mg O ₂ /kg SV-h)	Rapport C/N	Autoréchauffement		Colorimétrie	
37	151	-	295,8	17	V	mature	6	actif
38	151	-	263,3	16	V	mature	7	mature
39	151	-	263,0	16	V	mature	7	mature
40	28	-	1015	31	I	frais	2	frais
41	28	-	737	34	II	actif	1	frais
42	-	-	1772,4	-	III	actif	2	frais
43	-	-	1236,0	-	IV	actif	2	frais
44	47		19,8	34,3	III	mature	8	mature



CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC