

Bonnes pratiques  
visant à limiter les odeurs liées  
à la production de matières résiduelles  
fertilisantes, à leur stockage  
et à leur épandage en milieu agricole

GUIDE



# Guide de bonnes pratiques visant à limiter les odeurs liées à la production de matières résiduelles fertilisantes, à leur stockage et à leur épandage en milieu agricole

## Équipe de réalisation

**Yannik Ouellette**, Chargée de projet

**Caroline Grégoire**



1501, boul. Lionel-Boulet, Varennes (Québec) J3X 1P7

Tel: 450 929-4949

[englobecorp.com](http://englobecorp.com)



# Équipe de réalisation

EnGlobe	Rédaction	<a href="#">Yannik Ouellette</a>	Chargée de projet
		<a href="#">Caroline Grégoire</a>	
	Avec la collaboration de:	<a href="#">Dorothée Beaulieu</a>	
		<a href="#">Daniel Bourque</a>	
		<a href="#">Marianne Brassard</a>	
RECYC-QUÉBEC		<a href="#">Jean-François Lesieur</a>	
		<a href="#">Nicolas Mareau</a>	
		<a href="#">Mariane Maltais-Guilbault</a>	Agente de développement industriel
Comité de suivi et de révision		<a href="#">Geneviève Dussault</a>	Agente de recherche et de développement
		<a href="#">Daniel Bernier</a>	UPA
		<a href="#">Julie Desforges</a>	MDDELCC
		<a href="#">Tony Di Fruscia</a>	Ville de Montréal
		<a href="#">Guy Gagnon</a>	Ville de Saguenay
		<a href="#">Nathalie Laroché</a>	MAPAQ
	<a href="#">Simon Naylor</a>	VIRIDIS Environnement	

L'équipe de réalisation tient à remercier tous ceux qui ont accepté de faire partager leur expérience et leur expertise dans ce domaine, dont les personnes suivantes :

- Rock Audet, Julie Desforges, Éric Massicotte, Sylvain Perreault, Josée Riendeau et Lyne St-Cyr, du MDDELCC, concernant l'encadrement des pratiques agricoles;
- Matthieu Girard, de l'IRDA, pour la gestion des odeurs agricoles;
- Karine Allard, Nathalie Duchesne, Étienne Fortin, Dany Landry, Stéphane Lortie, Édith Mercier, Xavier Michel, Nassirou Moutari, Gary Ross et Dany Roy, de EnGlobe; Françoise Forcier et Jean Vigneux, de Solinov; Sophie Saint-Louis, de Viridis Environnement; de même que Benoit Paré, du CTBM, pour la gestion du recyclage agricole de MRF;
- Benoit Asselin, de la Ville de Repentigny; Yvon Plante, de Saint-Eustache; Éric Levesque, de Laval; Benoit Aubertin, de la RAEVR; Mathieu Merant, de Sherbrooke; Guy Gagnon, de Saguenay; Christian Gendron, de Vaudreuil; Yvon Faubert et Fabien Hollard, de Gatineau; et Stéphane Pedneault et Pierre Mathieu, de Saint-Hyacinthe, concernant l'utilisation d'équipements de traitement des eaux;
- Enfin, plusieurs producteurs agricoles, y compris Yvon Guérard et Ghyslain Bélanger, au sujet de l'entreposage et de l'épandage de MRF.

**LA MENTION DE MARQUES COMMERCIALES OU D'ENTREPRISES DANS CE DOCUMENT FIGURE À TITRE INDICATIF SEULEMENT.**

## ACCESSIBILITÉ UNIVERSELLE

**LES BONNES PRATIQUES ET LES PRATIQUES OBLIGATOIRES SONT IDENTIFIÉES À L'AIDE D'UNE IMAGE DE REMPLACEMENT À LA FIN DE CHACUNE D'ELLES. LES MENTIONS « ILLUSTRATION - IDENTIFIÉ COMME BONNE PRATIQUE » OU « ILLUSTRATION - IDENTIFIÉ COMME PRATIQUE OBLIGATOIRE » INDIQUENT LES ENDROITS NORMALEMENT SURLIGNÉS EN COULEUR DANS LE TEXTE. LES BONNES PRATIQUES ET LES PRATIQUES OBLIGATOIRES SOUS FORME DE TABLEAU N'ONT PU ÊTRE IDENTIFIÉES EN MODE ACCESSIBLE POUR DES RAISONS TECHNIQUES.**



# Table des matières

Liste des tableaux .....	6
Liste des figures .....	7
Liste des sigles et acronymes .....	8
Avertissement .....	9
Mise en contexte .....	10
<b>1.0 Odeurs et recyclage agricole .....</b>	<b>12</b>
1.1 Réglementation applicable et Guide MRF .....	12
1.1.1 Une catégorie d'odeur pour chaque MRF .....	12
1.2 Source des odeurs de MRF .....	14
1.2.1 Lorsque les odeurs mènent à des plaintes .....	14
1.2.2 Variation de la perception selon les individus .....	15
1.2.3 Éloignement de la source d'émission .....	16
1.2.4 Effet du temps sur la concentration des odeurs .....	17
1.3 Les mesures de première ligne pour minimiser les odeurs .....	17
<b>2.0 Produire des MRF moins malodorantes .....</b>	<b>18</b>
2.1 Responsabilité du générateur .....	18
2.2 Planification et suivi des opérations .....	20
2.2.1 Savoir réagir lors de situations à risque .....	20
2.2.2 Assurer une vigilance à l'extérieur de l'usine .....	21
2.2.3 Avant de procéder à des changements planifiés .....	22
2.3 Récupération et traitement des matières résiduelles brutes .....	22
2.3.1 Augmentation de la siccité .....	24
2.3.2 Stabilisation et hygiénisation .....	26
2.3.3 Traitement complémentaire d'appoint: le cas des ACEB .....	29
2.4 Entreposage à l'usine et chargement des camions .....	31
2.4.1 Adapter le transport au milieu agricole .....	31
2.4.2 Chargement des camions à l'usine .....	32
<b>3.0 Entreposage .....</b>	<b>33</b>
3.1 Étapes de planification .....	33
3.1.1 Choix du site d'entreposage .....	33



3.1.2	Période d'entreposage .....	35
3.1.3	Plan de communication et affichage .....	36
3.2	Méthodes de mitigation .....	36
3.2.1	Entreposage en amas au champ .....	36
3.2.2	Entreposage en structure étanche .....	41
<b>4.0</b>	<b>Reprise et épandage .....</b>	<b>49</b>
4.1	Étapes de planification .....	49
4.1.1	Choix du site d'épandage .....	49
4.1.2	Période de reprise et d'épandage: plan de communication .....	50
4.2	Méthodes de mitigation .....	51
4.2.1	Reprise .....	51
4.2.2	Épandage .....	52
<b>5.0</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>56</b>
	<b>Glossaire .....</b>	<b>57</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>60</b>



# Liste des tableaux

<b>TABLEAU 2.1:</b> INTERACTIONS ENTRE LE GÉNÉRATEUR ET LES ACTEURS LOCAUX POUR PRÉVENIR LES PROBLÈMES D'ODEURS .....	19
<b>TABLEAU 2.2:</b> SITUATIONS PONCTUELLES EN USINE POUVANT AUGMENTER L'INCIDENCE DES ODEURS DE MRF .....	20
<b>TABLEAU 2.3:</b> PRATIQUES OPÉRATIONNELLES DU GÉNÉRATEUR QUI RÉDUISENT LE RISQUE D'ÉMISSION D'ODEURS PAR LES MRF .....	23
<b>TABLEAU 2.4:</b> CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES TRAITÉES, SELON LE NIVEAU DE TRAITEMENT APPLIQUÉ POUR AUGMENTER LA SICCITÉ .....	24
<b>TABLEAU 2.5:</b> TRAITEMENTS APPLIQUÉS À L'USINE POUR AUGMENTER LA SICCITÉ DES MRF .....	25
<b>TABLEAU 2.6:</b> PROCÉDÉS BIOLOGIQUES APPLIQUÉS EN USINE POUR LA STABILISATION DES MRF .....	28
<b>TABLEAU 2.7:</b> PROCÉDÉS PHYSICOCHIMIQUES ET THERMIQUES APPLIQUÉS EN USINE POUR LA STABILISATION DES MRF ..	28
<b>TABLEAU 3.1:</b> CHOIX D'UN MODE D'ENTREPOSAGE – ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION POUR LIMITER LES ODEURS .....	35
<b>TABLEAU 3.2:</b> ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP – MESURES PRÉVENTIVES À APPLIQUER POUR LIMITER LES ODEURS ...	39
<b>TABLEAU 3.3:</b> ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP – TECHNOLOGIES DE MITIGATION ÉPROUVÉES POUR LIMITER LES ODEURS .....	40
<b>TABLEAU 3.4:</b> ENTREPOSAGE EN STRUCTURE ÉTANCHE – MESURES PRÉVENTIVES POUR LIMITER LES ODEURS .....	44
<b>TABLEAU 3.5:</b> ENTREPOSAGE EN STRUCTURE ÉTANCHE – TECHNOLOGIES DE MITIGATION ÉPROUVÉES POUR LIMITER LES ODEURS .....	46
<b>TABLEAU 4.1:</b> CHOIX D'UN SITE D'ÉPANDAGE – ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION POUR LIMITER LES ODEURS .....	51
<b>TABLEAU 4.2:</b> REPRISE DES MRF – MESURES PRÉVENTIVES POUR LIMITER LES ODEURS .....	52
<b>TABLEAU 4.3:</b> INCORPORATION AU SOL – EFFICACITÉ D'OUTILS ARATOIRES COURANTS POUR LIMITER LES ODEURS .....	57



# Liste des figures

<b>FIGURE 1.1:</b> COTES DE PERCEPTION DES ODEURS DE MRF ET D'ENGRAIS DE FERME .....	13
<b>FIGURE 1.2:</b> DISTRIBUTION SCHÉMATISÉE DE LA SENSIBILITÉ D'UNE POPULATION AUX ODEURS .....	15
<b>FIGURE 1.3:</b> EFFET DE LA MÉTHODE D'ÉPANDAGE ET DE L'ÉLOIGNEMENT SUR LES ODEURS DANS L'AIR AMBIANT .....	16
<b>FIGURE 1.4:</b> VARIATION DES ODEURS ÉMISES PENDANT ET APRÈS UNE ACTIVITÉ D'ÉPANDAGE .....	17
<b>FIGURE 2.1:</b> DOMAINES OÙ LE GÉNÉRATEUR A LA PLUS GRANDE INFLUENCE SUR LES ODEURS ÉMISES ULTÉRIEUREMENT PAR LES MRF .....	18
<b>FIGURE 2.2:</b> EFFET SCHÉMATISÉ DU PROCÉDÉ DE STABILISATION APPLIQUÉ EN USINE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES MRF ET SUR LE RISQUE ULTÉRIEUR QU'ELLES ÉMETTENT DES ODEURS .....	26
<b>FIGURE 3.1:</b> REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA TURBULENCE ET DE LA ZONE POTENTIELLE DE DILUTION D'ODEURS D'UNE HAIE BRISE-VENT .....	34
<b>FIGURE 3.2:</b> POTENTIEL DE NUISANCE OLFRACTIVE EN MILIEU AGRICOLE, SELON LES FACTEURS EXTERNES APPLICABLES ..	35
<b>FIGURE 3.3:</b> DÉCHARGEMENT DE MRF POUR UN ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP (BIOSOLIDES D'ÉTANG DÉSHYDRATÉS) .....	37
<b>FIGURE 3.4:</b> MISE EN PLACE D'UNE TOILE SUR UN AMAS AU CHAMP DE BIOSOLIDES MUNICIPaux .....	40
<b>FIGURE 3.5:</b> AMAS AU CHAMP DE BIOSOLIDES MUNICIPaux RECOUVERTS D'UNE TOILE .....	40
<b>FIGURE 3.6:</b> ENCAPSULATION D'UN AMAS DE BIOSOLIDES MUNICIPaux AVEC DES RÉSIDUS DE DÉSENCRAGE .....	41
<b>FIGURE 3.7:</b> ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES EN STRUCTURE ÉTANCHE .....	42
<b>FIGURE 3.8:</b> ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES DANS UNE FOSSE AVEC UNE TOILE FLOTTANTE .....	46
<b>FIGURE 3.9:</b> DISPOSITIF POUR REPRISE DES MATIÈRES ENTREPOSÉES SOUS UNE TOILE FLOTTANTE .....	47
<b>FIGURE 3.10:</b> ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES AVEC MATELAS FLOTTANT DE PAILLE .....	47
<b>FIGURE 3.11:</b> ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES AVEC MATELAS FLOTTANT DE COMPOST .....	48
<b>FIGURE 3.12:</b> CHAULAGE ET BRASSAGE D'UNE FOSSE CONTENANT DES MRF LIQUIDES .....	48
<b>FIGURE 4.1:</b> REPRISE D'UN AMAS DE BIOSOLIDES MUNICIPaux AU PRINTEMPS .....	52
<b>FIGURE 4.2:</b> ÉPANDAGE DE MRF EN GESTION SOUS FORME LIQUIDE .....	53
<b>FIGURE 4.3:</b> ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES MUNICIPaux AU PRINTEMPS AVANT LES SEMIS .....	53
<b>FIGURE 4.4:</b> ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES MUNICIPaux À L'AUTOMNE SUR UNE PRAIRIE .....	54
<b>FIGURE 4.5:</b> TRAJETS D'ÉPANDAGE ET D'INCORPORATION VISANT À LIMITER LES NUISANCES POUR LES VOISINS .....	55



# Liste des sigles et acronymes

ACEB	Agent chimique, enzymatique ou biologique
ADEME	Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AIHA	Association américaine d'hygiène industrielle (American Industrial Hygiene Association)
ASCE	Société américaine de génie civil (American Society of Civil Engineers)
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CA	Certificat d'autorisation
CDPQ	Centre de développement du porc du Québec
C/N	Carbone/azote
CNRC	Conseil national de recherches Canada
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
CRAAQ	Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
CTBM	Centre de traitement de la biomasse de la Montérégie
FCM	Fédération canadienne des municipalités
FPPQ	Fédération des producteurs de porcs du Québec
Guide MRF	<i>Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : critères de référence et normes réglementaires</i>
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
MAAARO	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (utilisé de 2012 à 2014 - correspond à l'actuel MDDELCC)
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (utilisé depuis 2014)
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (utilisé de 2005 à 2012 - correspond à l'actuel MDDELCC)
MRF	Matières résiduelles fertilisantes
RAEVR	Région d'assainissement des eaux de la Vallée-du-Richelieu
UPA	Union des producteurs agricoles du Québec
USEPA	Agence américaine de protection de l'environnement (United States Environmental Protection Agency)
WEF	Fédération environnementale de l'eau - États-Unis (Water Environment Federation)
WERF	Fondation de la recherche environnementale de l'eau - États-Unis (Water Environment Research Foundation)



# Avertissement

Ce guide n'a pas pour objectif de *dicter* les mesures à appliquer pour contrôler l'émission d'odeurs des matières résiduelles fertilisantes (MRF) lors de leur recyclage agricole. Il vise plutôt à présenter les approches et les méthodes les plus couramment utilisées pour limiter ces odeurs. En comprenant mieux les phénomènes contribuant à la production d'odeurs, ainsi que les facteurs susceptibles d'amplifier leur caractère incommode pour le voisinage, l'ensemble des intervenants sera en mesure de revoir ses méthodes et de prioriser les actions nécessaires pour réduire, de façon efficace et rentable, les nuisances atteignant le voisinage.

La mise en pratique des mesures proposées dans ce guide ne dégage pas le lecteur de son obligation de respecter la réglementation en vigueur. Au moment d'être publiées dans ce guide, les pratiques proposées n'avaient pas de portée légale.

Par ailleurs, il convient de rappeler que les normes réglementaires et les critères de référence présentés dans ce guide le sont à titre indicatif, puisqu'ils sont périodiquement mis à jour. Le lecteur est invité à consulter l'ensemble de la documentation traitant du sujet, notamment le plus récent *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : critères de référence et normes réglementaires* (Guide MRF), qui regroupe les normes réglementaires et les critères de référence applicables. Le Guide MRF sert aussi à déterminer si une activité de recyclage de MRF est assujettie à une demande de certificat d'autorisation (CA), et il indique les exigences relatives aux avis de projet lorsqu'une demande de CA n'est pas requise.

Pour aider à la consultation du présent guide, une distinction visuelle a été faite dans le texte entre les pratiques proposées :

**Bonnes pratiques**, sans obligation formelle ;

**Pratiques obligatoires**, normes réglementaires et critères de référence, qui sont présentés à titre indicatif.



# Mise en contexte

Pourvu qu'il soit fait en conformité avec les normes réglementaires et les critères de référence élaborés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le recyclage agricole des matières résiduelles fertilisantes (MRF)<sup>1</sup> est l'un des modes de gestion les plus écologiques qui soient, entre autres parce qu'il détourne d'importantes quantités de matières organiques de l'élimination, réduisant ainsi l'émission de gaz à effet de serre. Dans sa plus récente politique de gestion des matières résiduelles, le gouvernement privilégie ce type d'usage, qui inclut ou non le compostage et la biométhanisation, pour recycler les matières organiques et les détourner de l'élimination.

Pour le générateur comme pour la collectivité à laquelle il offre ses services, le recyclage agricole est souvent, lorsqu'il s'agit de biosolides municipaux, le mode de gestion le plus économique, car les frais d'élimination et la redevance pour l'enfouissement sont notamment évités. Puisqu'il permet de retourner au sol une importante quantité de matière organique et d'éléments fertilisants, le recyclage des MRF offre à l'agriculteur un moyen efficace, renouvelable et peu coûteux de maintenir la fertilité de ses champs. De plus, il offre des économies appréciables en réduisant l'usage des engrais minéraux<sup>2</sup>.

Au même titre que les engrais de ferme (fumiers solides et lisiers), un bon nombre de MRF contiennent des composés susceptibles de se volatiliser et d'émettre des odeurs. La nature et l'intensité des odeurs dépendent d'une multitude de facteurs, notamment la composition et la provenance des MRF, les conditions météorologiques ainsi que les méthodes d'entreposage et d'épandage pratiquées.

En 2012, les engrais de ferme représentaient 95% du tonnage de matières organiques fertilisantes épandues sur les champs québécois, contre seulement 3% pour les MRF. D'après les plaintes enregistrées par le MDDELCC<sup>3</sup> sur l'ensemble du territoire québécois, seulement 1% des fermes réceptrices de MRF ont fait l'objet de plaintes relatives aux odeurs. Parmi celles-ci, environ la moitié étaient associées à des activités d'épandage, alors que les activités d'entreposage avaient mené aux autres plaintes reçues.

Malgré cette faible proportion, « les odeurs de certaines MRF contrastent dans le paysage olfactif<sup>4</sup> ». C'est pourquoi il est nécessaire d'appliquer des mesures de mitigation pour éviter d'incommoder les citoyens vivant à proximité de ces secteurs d'activité. En maintenant un environnement socialement acceptable, l'ensemble des intervenants concernés par le recyclage agricole des MRF assure la pérennité de cette filière.

## Objectif et portée

Pour que les projets de recyclage agricole de MRF se déroulent harmonieusement et soient acceptés par la communauté, il est impératif de renseigner tous les intervenants concernés sur les pratiques prévenant ou limitant l'émission d'odeurs au moment de l'entreposage et de l'épandage chez le producteur agricole. Une meilleure compréhension des phénomènes responsables de l'émission d'odeurs et des moyens pour les prévenir aura des répercussions favorables sur l'ensemble des projets de recyclage agricole.

1 Pour alléger le texte, le sigle MRF est utilisé dans ce guide pour désigner seulement les matières susceptibles d'émettre des odeurs pouvant mener à des plaintes. Ainsi, ce guide ne vise pas les MRF peu malodorantes, comme les cendres.

2 Brochard (2014).

3 MDDEFP (2014).

4 Hébert (2014).

## LÉGENDE

Bonnes pratiques

Pratiques obligatoires



Ce document a été préparé pour regrouper, dans un guide compréhensible et convivial, l'ensemble des pratiques servant à limiter les odeurs émises pendant la production de MRF, ainsi que pendant leur stockage et leur épandage en milieu agricole. Bien qu'il s'adresse à l'ensemble des acteurs de la filière du recyclage agricole des MRF, ce guide vise principalement les générateurs de MRF et les gestionnaires spécialisés, y compris les professionnels en agronomie qui accompagnent les utilisateurs. Par ailleurs, les producteurs agricoles, les transporteurs et les compagnies spécialisées dans la reprise et l'épandage de MRF, de même que les firmes accompagnant les gestionnaires de traitement des eaux usées, pourront également se servir de cet outil pour revoir certaines pratiques et déceler plus facilement les situations à éviter.

La description des pratiques proposées dans ce guide est d'ordre général, et ce dernier ne peut se substituer à des manuels techniques ou des documents incluant des évaluations plus poussées. Cela dit, la consultation de ce guide permettra au lecteur de mieux comprendre les avantages et limites de certaines pratiques, les situations risquant d'augmenter l'émission d'odeurs lors de l'utilisation de MRF de même que les mesures préventives ou correctives à appliquer pour éviter d'incommoder les voisins par de tels événements.

La majorité des documents décrivant les moyens pour éviter ou limiter les problèmes d'odeurs dus aux pratiques agricoles porte sur les déjections animales (lisiers, fumiers solides) ou les biosolides municipaux. Les pratiques suggérées dans ce guide peuvent toutefois s'appliquer à la plupart des MRF, y compris à celles de l'industrie agroalimentaire (transformation et distribution) et des pâtes et papiers, ou de toute autre industrie produisant des MRF qui se prêtent à un recyclage agricole et qui risquent d'émettre des odeurs inconfortables.

La première section du guide s'adresse à l'ensemble des intervenants. Elle présente les guides, les directives et les réglementations associés à la filière du recyclage des MRF produites au Québec de même qu'une description des odeurs et des autres éléments qui mènent à une plainte. Les sections 2 à 4 présentent chronologiquement les pratiques utilisées dans la filière du recyclage agricole des MRF, soit successivement leur production chez le générateur et leur chargement dans des camions, puis leur entreposage et leur épandage chez les producteurs agricoles.

## Importance de minimiser les odeurs

L'application de mesures préventives devient particulièrement capitale lorsque des défaillances surviennent à l'une ou l'autre des étapes du recyclage; le refus de reconnaître le potentiel inconfortable des odeurs émises par certaines MRF ou le fait de négliger l'importance des efforts nécessaires pour minimiser leur émission peut pousser les citoyens touchés à formuler de fortes contestations, ce qui peut mener à un désintérêt des producteurs agricoles de l'épandage de MRF, par souci de maintenir un climat harmonieux dans leur collectivité. Les efforts consentis pour limiter l'émission d'odeurs des MRF ont ainsi des impacts sociaux et économiques.

De plus, un contrôle accru des odeurs émises par le recyclage de MRF en milieu agricole permettra d'éviter le syndrome du « pas dans ma cour » et favorisera une meilleure acceptabilité de la part des citoyens susceptibles d'être inconfortés. Par ces efforts, tous les acteurs qui prennent part à ces activités assument leur responsabilité sociale envers les citoyens concernés. Ces derniers sont généralement situés dans la même localité que le générateur, ou dans la localité voisine.

Les MRF très malodorantes ont souvent un effet à la baisse sur le nombre de producteurs agricoles ayant la volonté ou la capacité de répondre à l'ensemble des exigences nécessaires pour éviter d'incommoder leurs voisins, telles une incorporation rapide ou immédiate des MRF ou encore l'utilisation de parcelles réceptrices suffisamment grandes et éloignées des habitations pour respecter les distances séparatrices minimales. À valeur fertilisante comparable, une MRF moins malodorante peut être recyclée par un plus grand nombre de producteurs agricoles situés à proximité du générateur qu'une MRF plus malodorante. Les MRF moins malodorantes parcourent donc, en moyenne, moins de kilomètres pour être livrées chez le producteur agricole. Puisque les frais de transport représentent une part importante du budget associé à la filière du recyclage agricole, les coûts de gestion de ces MRF sont ainsi diminués.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# 1.0 Odeurs et recyclage agricole

## 1.1 RÉGLEMENTATION APPLICABLE ET GUIDE MRF

Par leur nature même, les activités agricoles sont génératrices d'odeurs liées à l'élevage des animaux, à l'entreposage des fumiers et à la fertilisation des terres agricoles. Au Québec, les odeurs sont considérées comme des nuisances, selon la Loi sur la qualité de l'environnement. Il existe des dispositions réglementaires concernant les odeurs liées aux activités agricoles, notamment la Directive sur les odeurs causées par les déjections animales, qui établit des distances séparatrices pour favoriser une cohabitation harmonieuse des usages en zone agricole. La Loi sur l'aménagement et l'urbanisme permet quant à elle aux municipalités régionales de comté (MRC) d'établir des distances séparatrices pour atténuer les inconvénients des odeurs. Il s'agit surtout des odeurs associées aux bâtiments d'élevage et aux ouvrages de stockage permanents, plutôt qu'aux amas temporaires au champ. Finalement, la Loi sur les compétences municipales donne le droit aux municipalités d'interdire l'épandage de déjections animales et de MRF, comme les biosolides, à certaines dates de l'année, jusqu'à concurrence de 12 jours en tout, par exemple lors de journées fériées ou d'événements spéciaux dans la région.

Puisque les MRF ne sont pas issues d'activités agricoles, mais qu'elles sont utilisées dans ces activités, le MDDELCC a publié le *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes* (Guide MRF) pour regrouper les normes réglementaires et les critères de référence encadrant leur usage en milieu agricole, notamment les usages autorisés en fonction de leurs caractéristiques physicochimiques et microbiologiques. Depuis sa première édition en 1984, des mises à jour régulières du Guide MRF ont été publiées pour tenir compte, notamment, de l'avancement des connaissances ainsi que des modifications aux lois et règlements. Dans le but de faire connaître les mesures à respecter en milieu agricole pour atténuer les inconvénients du recyclage des MRF, mesures incluant les distances séparatrices par rapport aux habitations pour réduire les nuisances lors de l'entreposage et de l'épandage des MRF, des catégories d'odeurs<sup>5</sup> ont été associées à plusieurs types de MRF. La section 1.1.1 en fait une description plus détaillée.

### 1.1.1 Une catégorie d'odeur pour chaque MRF

Lorsque la valorisation des MRF en milieu agricole a débuté, au milieu des années 1980, le ministère de l'Environnement était déjà conscient de l'importance de moduler les critères de gestion d'une MRF en fonction des caractéristiques de son odeur : peu odorante, malodorante ou fortement malodorante. Progressivement, et notamment à la suite d'un sondage effectué auprès de différents spécialistes québécois<sup>6</sup>, les auteurs du Guide MRF ont élaboré des catégories d'odeurs (figure 1.1), à l'intérieur desquelles les types de MRF les plus fréquemment rencontrés ont été regroupés.

---

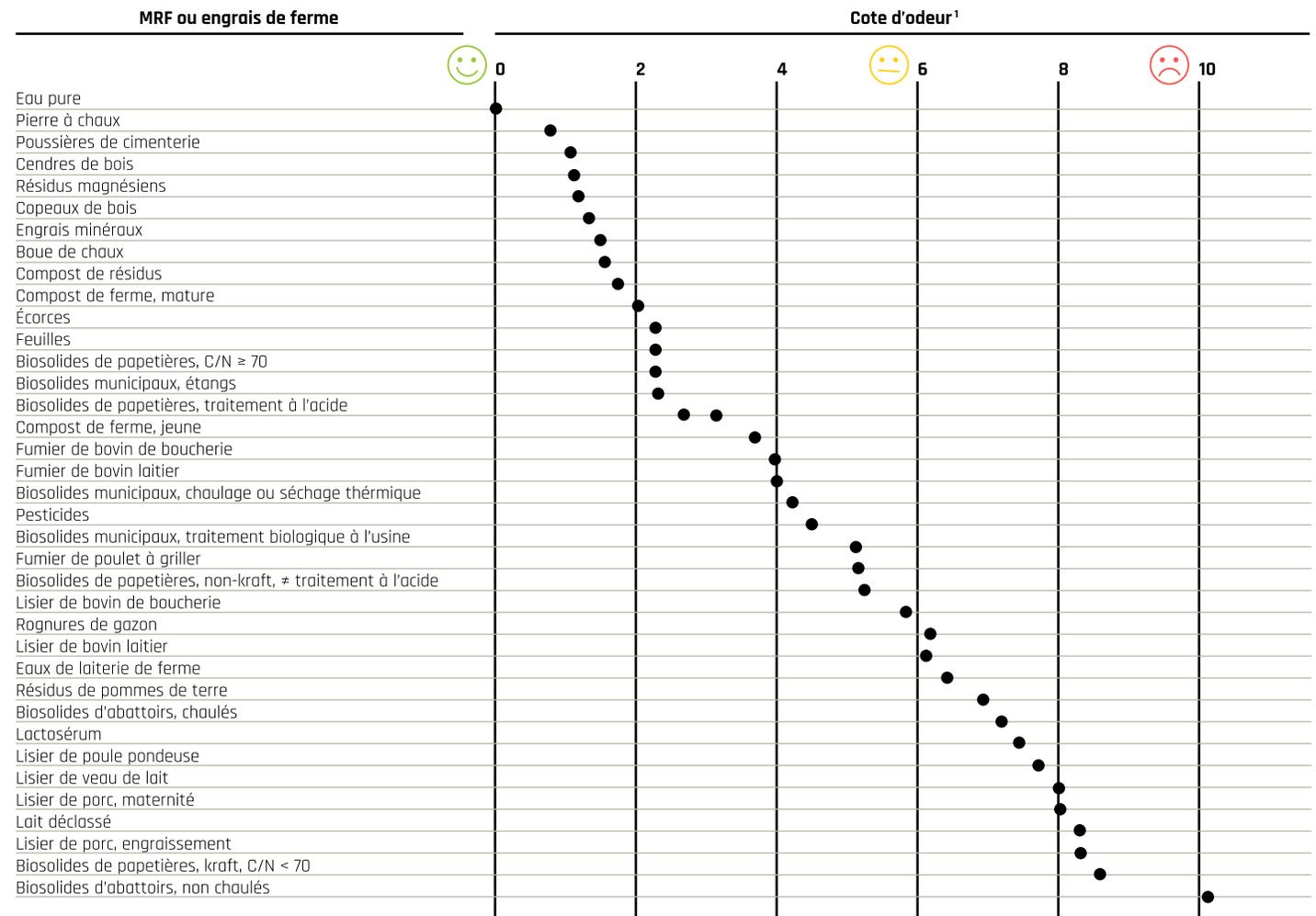
<sup>5</sup> MDDEP (2012).

<sup>6</sup> Groeneveld et Hébert (2002).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 1.1: COTES DE PERCEPTION DES ODEURS DE MRF ET D'ENGRAIS DE FERME<sup>7</sup>**



1. Cote d'odeur standardisée par rapport à celle attribuée au lisier de porc à l'engraissement.

Les MRF associées à la catégorie O1 du Guide MRF sont celles dont le niveau d'odeur est inférieur à celui d'un fumier solide de bovins laitiers. Les MRF de catégorie O2 présentent un niveau d'odeur semblable à celui du fumier solide de bovins laitiers, alors que celles classées en O3 atteignent un niveau d'odeur supérieur à celui de ce type de fumier solide, tout en demeurant en deçà ou à égalité du niveau d'odeur du lisier de porc d'engraissement<sup>8,9</sup>. Enfin, les MRF considérées comme hors catégorie sont particulièrement malodorantes et présentent un niveau d'odeur excédant celui associé au lisier de porc d'engraissement. Étant donné l'inconfort que suscite ce niveau d'odeur, ces MRF ne peuvent être recyclées en milieu agricole si aucune mesure de désodorisation appropriée n'est appliquée, comme le compostage dans un centre spécialisé ou le chaulage en usine (traitement alcalin). Au fil du temps, des ajustements et des précisions ont été apportés au Guide MRF en fonction des connaissances et de l'expérience acquises sur le terrain.

Dans l'éventualité où la catégorie d'odeur attribuée par défaut à un type de MRF serait jugée non représentative pour une MRF en particulier, il est possible de planifier des tests d'olfactométrie ou de flairage (par analogie avec des fumiers solides) pour démontrer qu'une MRF respecte la limite maximale (c'est-à-dire la catégorie O3). Le protocole des essais de flairage peut être obtenu auprès des directions régionales du MDDELCC.

<sup>7</sup> Figure tirée de CRAAQ (2013), adaptée de Groeneveld et Hébert (2007).

<sup>8</sup> Groeneveld et Hébert (2002).

<sup>9</sup> Hébert (2014).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 1.2 SOURCE DES ODEURS DE MRF

Les odeurs de MRF sont parfois bien différentes de celles des déjections animales, qui sont plus familières en milieu rural. Bien que les quantités de MRF recyclées en agriculture soient limitées, leurs odeurs inhabituelles peuvent susciter de fortes réactions. Même si elles sont produites dans le cadre d'activités variées et qu'elles contiennent une multitude de substances, les MRF susceptibles d'émettre des odeurs inconfortables ont presque toujours un dénominateur commun, soit un contenu élevé en matières organiques fermentescibles. De plus, une MRF riche en azote (élément nutritif très important pour la fertilisation des végétaux) risque de devenir très malodorante si elle contient également une source de carbone fermentescible, que l'on associe souvent à un faible ratio carbone/azote (C/N).

Les composés malodorants qui proviennent des MRF sont des substances volatiles organiques et inorganiques produites lors de la décomposition microbienne de matières organiques fermentescibles, dans un environnement où il y a peu ou pas d'oxygène. Dans certains cas, ces composés peuvent également provenir de substances chimiques déjà présentes dans la matière<sup>10</sup>. En ce qui concerne les MRF recyclées en agriculture, la majorité des substances malodorantes se répartit en quatre classes, dont les deux premières sont les plus souvent responsables des plaintes reçues :

- Composés soufrés, tels le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) et les mercaptans : odeur d'œuf pourri, de chou, de putréfaction ;
- Composés azotés, tels l'ammoniac et les amines : odeur de piquant, de poisson, de matière fécale ;
- Acides : odeur de vinaigre, de sueur, de beurre rance ;
- Aldéhydes et cétones : odeur âcre, de fruit rance.

Malgré l'importance des informations que l'on tire de la composition chimique d'une matière malodorante, nul ne peut prédire la réaction que suscitera ce mélange de substances volatiles chez les individus exposés. D'abord, certaines molécules sont détectées par l'odorat avant même qu'elles ne puissent l'être par des appareils de mesure. De plus, la forme des molécules impliquées, leur concentration et même les interactions entre les composés chimiques présents dans le mélange changeront la façon dont celui-ci sera perçu.

### 1.2.1 Lorsque les odeurs mènent à des plaintes

Dans le cas particulier des biosolides, l'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA) énumère les facteurs séquentiels pour que des composés malodorants créent des nuisances<sup>11</sup> :

1. Émission : Présence d'un **composé volatil malodorant** dans l'air. Ce facteur pourra varier selon les caractéristiques de la MRF.
2. Transport : **Déplacement entraînant un minimum de dilution**, qui sera influencé par l'emplacement de la MRF émettrice, le relief du terrain et les conditions météorologiques.
3. Perception : Présence d'individus **percevant négativement une odeur**. Ce facteur pourra varier selon la concentration, l'intensité et la fréquence d'avènement de l'odeur, ainsi que selon d'autres facteurs humains qui modulent le désagrément qu'elle peut causer (ex. : sensibilité olfactive).

C'est lorsque des individus perçoivent un type ou un niveau d'odeur qu'ils considèrent comme inacceptables que l'émission de substances odorantes devient une nuisance susceptible de mener à une plainte ; on parle alors de « problème d'odeurs ».

<sup>10</sup> WEF et ASCE (1995).

<sup>11</sup> Adapté de USEPA (2000a).



Qu'elle soit agréable ou non, la perception d'une odeur par un individu mène à une réaction qui varie en fonction d'une multitude de facteurs individuels, culturels et sociaux. Malgré tout, des éléments objectifs, tels que la fréquence, la concentration, l'intensité, la durée, le type de MRF concerné et le milieu où l'événement survient<sup>12</sup>, permettent d'établir les situations plus à risque.

L'inconfort qu'une odeur, même passagère, crée chez celui qui la perçoit sera notamment modulé par la capacité ou l'incapacité de ce dernier à :

- anticiper l'arrivée d'un épisode;
- déterminer sa provenance;
- prévoir sa durée.

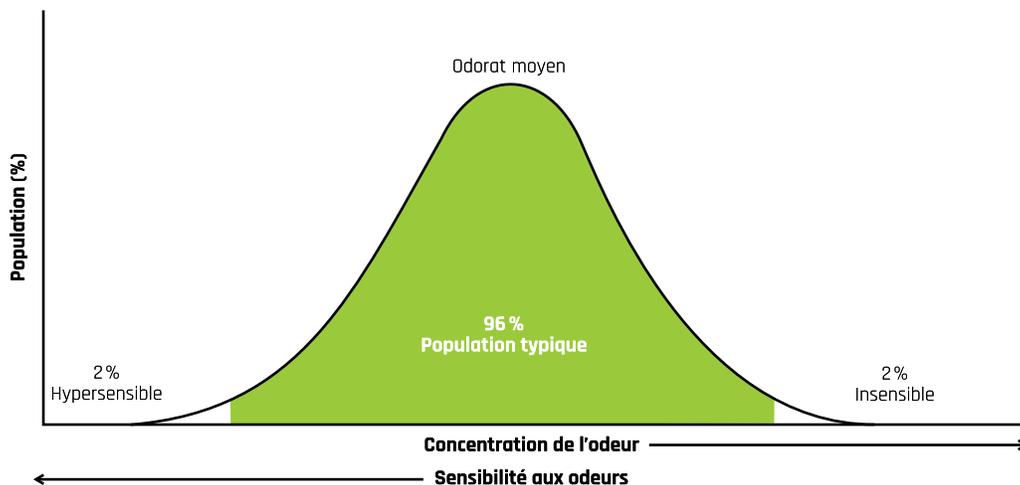
Une meilleure compréhension des interactions entre ces facteurs permet de saisir l'importance d'instaurer et de maintenir une communication proactive avec les citoyens situés à proximité des lieux d'entreposage et d'épandage de MRF pour désamorcer leurs craintes et réduire leur niveau de stress<sup>13</sup>. Dans des situations extrêmes, une hypersensibilité peut se développer chez des individus exposés à répétition à des épisodes imprévisibles.

Parmi les éléments qui aident à déterminer le risque qu'un événement devienne un problème, ceux qui touchent la sensibilité des individus, la distance de la source émettrice et la variation temporelle seront approfondis dans les sections suivantes.

## 1.2.2 Variation de la perception selon les individus

Il peut arriver que les substances malodorantes qui sont souvent à l'origine de plaintes provoquent de fortes réactions chez certains citoyens, même si les concentrations auxquelles ces derniers sont exposés sont loin d'être toxiques et que d'autres individus les détectent à peine. Il existe donc, à l'intérieur d'une population, des individus ayant un odorat très sensible et d'autres étant presque dépourvus de ce sens (figure 1.2). De plus, la sensibilité d'une personne peut varier dans le temps selon son état de santé physique (ex.: grossesse, âge) ou émotif, selon des facteurs culturels (ex.: chez les citadins), etc.

**FIGURE 1.2: DISTRIBUTION SCHÉMATISÉE DE LA SENSIBILITÉ D'UNE POPULATION AUX ODEURS<sup>14</sup>**



Ainsi, la perception d'une odeur inhabituelle par un résident situé en milieu agricole suscitera au moins une curiosité chez lui. Selon les caractéristiques de l'odeur, sa concentration, ainsi que d'autres facteurs décrits ci-après, cette curiosité pourrait graduellement se traduire en irritation, voire aboutir à une situation franchement inconfortable.

<sup>12</sup> RDWI AIR (2005).

<sup>13</sup> WERF (2004).

<sup>14</sup> Adapté de AIHA (1993).

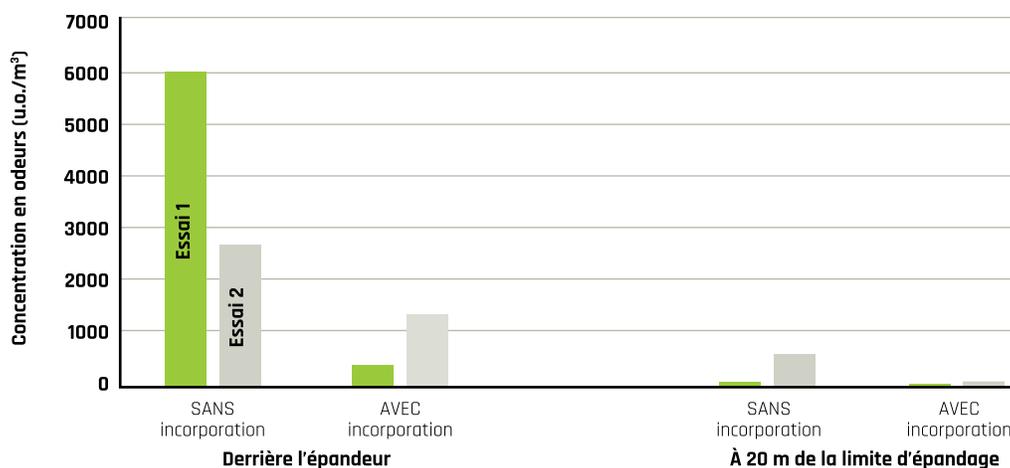
**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 1.2.3 Éloignement de la source d'émission

L'implantation de distances séparatrices pour réaliser des activités d'entreposage et d'épandage de MRF permet aux composés odorants émis en un lieu précis d'être progressivement dilués par l'air environnant. Lorsque certaines conditions climatiques défavorables surviennent, telles une forte humidité relative et l'absence de vent, cette dilution des composés malodorants dans l'air environnant est moindre. Dans le cadre d'un projet visant à mesurer, par une approche multidisciplinaire, l'acceptabilité sociale, par les différentes populations, de deux pratiques d'épandage de lisier de porc sur des terres agricoles<sup>15</sup>, la concentration des odeurs a été quantifiée à deux emplacements, soit derrière l'équipement d'épandage et à 20 mètres de la limite de la zone d'épandage, dans la trajectoire du panache d'odeurs (figure 1.3).

**FIGURE 1.3: EFFET DE LA MÉTHODE D'ÉPANDAGE ET DE L'ÉLOIGNEMENT SUR LES ODEURS DANS L'AIR AMBIANT<sup>16</sup>**



**Note** L'abréviation u.o./m<sup>3</sup> signifie « unités odeurs par mètre cube ».

L'essai a d'abord permis de montrer une meilleure réduction des odeurs lorsque le lisier est incorporé pendant l'épandage ainsi qu'une meilleure acceptabilité sociale de cette activité lorsque les individus sont informés des efforts additionnels qu'implique cette méthode d'épandage. Par ailleurs, il démontre également à quel point l'éloignement de la source émettrice réduit le niveau d'exposition des individus aux odeurs et, forcément, le risque qu'ils soient incommodés par l'activité.

Même si ce projet ne visait pas à refléter l'ensemble des situations rencontrées lors d'activités d'épandage, notamment en raison du type de matières épandues et des conditions climatiques présentes (température fraîche d'automne, vent faible), il révèle que quelques dizaines de mètres suffisent à réduire la concentration des odeurs d'au moins 78 %, indépendamment de la méthode d'épandage utilisée. Pour faire une comparaison avec le montage expérimental, il convient de rappeler que la distance d'éloignement évaluée, soit 20 mètres, est largement inférieure aux distances séparatrices à respecter pour l'entreposage des MRF près des habitations et pour leur épandage (voir Guide MRF).

<sup>15</sup> Lemay (2008).

<sup>16</sup> Adapté de Lemay (2008)

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires

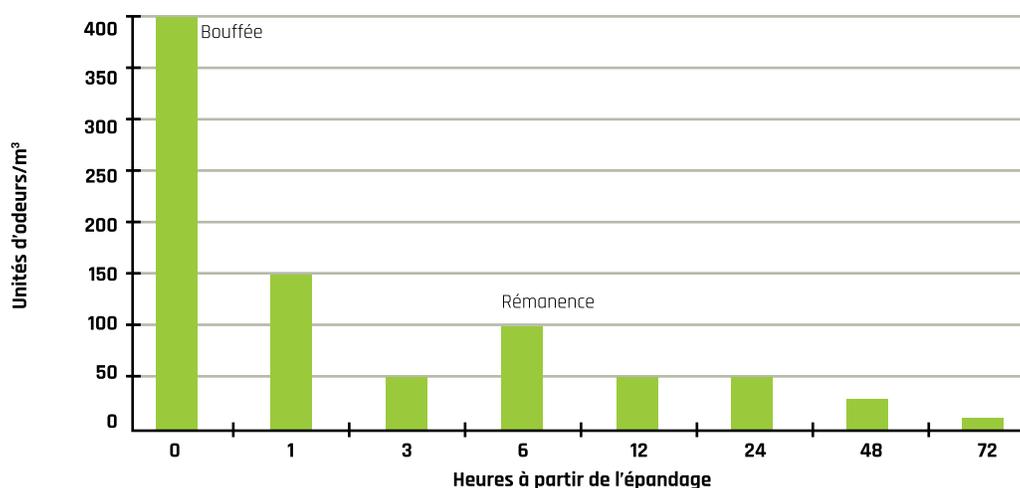


## 1.2.4 Effet du temps sur la concentration des odeurs

Une équipe britannico-néerlandaise a démontré, par une étude sur le terrain, que les odeurs émises lors de l'épandage de lisier de porc se caractérisent par deux phases séparées dans le temps<sup>17</sup> (voir figure 1.4), et il serait raisonnable de croire que les MRF se comportent de manière similaire :

- D'abord, une émission importante d'odeurs au moment de l'épandage, mais qui ne dure que pendant cette période; on parle alors de « bouffée d'odeurs à l'épandage ». L'émission d'odeurs décroît très rapidement dans les heures qui suivent;
- Puis, une reprise de l'émission, qui se manifeste dans une deuxième phase, lorsque les odeurs sont absorbées par le sol<sup>18</sup>; on parle dans ce cas d'une « rémanence des odeurs après épandage ».

FIGURE 1.4: VARIATION DES ODEURS ÉMISES PENDANT ET APRÈS UNE ACTIVITÉ D'ÉPANDAGE<sup>19</sup>



## 1.3 LES MESURES DE PREMIÈRE LIGNE POUR MINIMISER LES ODEURS

Avant l'introduction des MRF en milieu agricole, l'application d'un traitement chez le générateur (papetière, station d'épuration, etc.) peut avoir une grande influence sur leur potentiel de nuisance olfactive. En effet, plusieurs traitements qui ont pour but de stabiliser et/ou d'hygiéniser les MRF, par exemple le chaulage ou le séchage thermique, ont également l'effet bénéfique de réduire les odeurs. Ces mesures préventives ayant un effet direct sur la mitigation des odeurs sont décrites à la section 2.

Une fois les MRF livrées en milieu agricole, la principale mesure appliquée pour éviter que les odeurs incommodes les voisins est le respect des distances séparatrices minimales définies dans le Guide MRF pour les activités d'entreposage et d'épandage. Ces distances sont établies en fonction de différents critères associés au type de MRF, notamment la catégorie d'odeur (O1, O2 ou O3); plus une MRF est malodorante, plus l'éloignement des habitations doit être grand.

Le Guide MRF prévoit aussi, dans certains cas, que les distances séparatrices pourront être réduites, mais seulement après l'obtention de lettres de consentement des propriétaires ou locataires des maisons d'habitation situées plus près que les distances minimales, et selon la vitesse et la méthode d'incorporation utilisées pour l'épandage des MRF. Pendant l'entreposage d'une matière malodorante, son recouvrement pourra être une mesure de mitigation appliquée de manière volontaire. Dans certains cas, cependant, le Guide MRF peut exiger le recouvrement de MRF malodorantes, notamment lorsqu'un lieu de stockage étanche est encadré par un certificat d'autorisation (CA) valide pour encore quelques années.

<sup>17</sup> Pain et Klarenbeek (1988), tiré de Guingand (1999).

<sup>18</sup> Girard et al. (2014).

<sup>19</sup> Adapté de Guingand (1999).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# 2.0 Produire des MRF moins malodorantes

Le potentiel d'émission d'odeurs d'une MRF est largement associé au milieu d'où elle provient (municipalité, industrie papetière ou agroalimentaire, etc.) ainsi qu'aux méthodes de traitement utilisées par le générateur. Ce sont ces éléments qui dicteront les contraintes et qui serviront d'indicateurs déterminant les mesures préventives à adopter pour éviter que les odeurs émises lors de la transition entre l'usine et le site d'épandage incommode les personnes habitant à proximité.

Le succès du recyclage agricole des MRF étant en bonne partie tributaire de l'acceptabilité sociale, l'aspect du contrôle des odeurs des MRF prend de plus en plus d'importance quand il y a croissance des activités de recyclage. De plus, les générateurs de MRF ont un rôle important à jouer et devraient considérer cet aspect dans le choix d'un procédé de traitement des eaux usées, en lui conférant la même importance qu'à l'efficacité technique et économique. Les générateurs souhaitant recycler leurs MRF en milieu agricole doivent élargir le rayon de leurs efforts visant à limiter les odeurs, et doivent tenir compte du milieu où elles transiteront et seront utilisées :

- À moins que le générateur stabilise les MRF de façon complète et irréversible, les efforts destinés à réduire les odeurs émises à proximité de l'usine ne garantissent pas une diminution des odeurs émises par les MRF en d'autres lieux.
- Respecter les paramètres chimiques et microbiologiques ne suffit pas pour assurer la pérennité d'une utilisation harmonieuse des MRF vers la filière du recyclage en milieu agricole.

En déployant les efforts nécessaires pour produire des MRF moins malodorantes, conformément aux principes de responsabilité sociale et de développement durable, les générateurs favorisent une meilleure acceptabilité de la part des citoyens situés dans les municipalités où les MRF sont recyclés.

## 2.1 RESPONSABILITÉ DU GÉNÉRATEUR

Les opérations se déroulant en usine<sup>20</sup> ainsi que les moyens utilisés pour les planifier et en assurer le suivi sont les domaines d'intervention où le générateur peut limiter efficacement une grande partie des odeurs émises ultérieurement par les MRF à l'extérieur de sa propriété (figure 2.1). Les sections 2.2 à 2.4 présentent les pratiques recommandées pour chacun de ces domaines.

**FIGURE 2.1: DOMAINES OÙ LE GÉNÉRATEUR A LA PLUS GRANDE INFLUENCE SUR LES ODEURS ÉMISES ULTÉRIEUREMENT PAR LES MRF**



### Délégation et interactions avec le milieu

Par ailleurs, le générateur doit être soucieux de maintenir une collaboration étroite avec les intervenants situés à l'extérieur de ses propres installations. Pour prévenir les problèmes d'odeurs, il doit ainsi compter sur l'engagement de l'ensemble des acteurs locaux, en sollicitant leur participation et en les informant de leur rôle pour minimiser les problèmes d'odeurs (tableau 2.1).

<sup>20</sup> Hentz, Lawrence et Cassel (2000), Adler (2007), FCM et CNRC (2005).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 2.1: INTERACTIONS ENTRE LE GÉNÉRATEUR ET LES ACTEURS LOCAUX POUR PRÉVENIR LES PROBLÈMES D'ODEURS**

Acteurs locaux	Pratiques à privilégier par le générateur avec les acteurs locaux	Effet escompté de ces approches préventives
Communauté près du site de production	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cibler les citoyens souhaitant participer au comité de vigilance (veilleurs d'odeurs), même si le lien avec les odeurs de MRF n'est pas toujours direct<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Désamorcer les craintes des citoyens</li> <li>Favoriser un meilleur accueil du recyclage agricole à proximité du générateur (le cas échéant)</li> </ul>
Secteurs générateurs : <ul style="list-style-type: none"> <li>Industriel (départements ciblés)</li> <li>Municipal (générateurs individuels)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implanter un programme<sup>2</sup> axé sur la réduction et la réutilisation à la source des résidus potentiellement malodorants, en ciblant les principaux émetteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire la quantité et la variabilité des intrants admis ainsi que le délai avant de les acheminer chez le générateur de MRF</li> <li>Éviter la décomposition microbienne de la matière dans un environnement non contrôlé</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recommander les investissements visant à améliorer la filière de la gestion des MRF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer une cohérence dans les décisions ayant une influence sur la fiabilité et la performance de la filière en général</li> </ul>
Fournisseurs de produits et d'équipements, experts-conseils	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valider l'effet des changements planifiés dans l'usine</li> <li>Participer à la correction et à l'optimisation des activités ayant un effet sur les odeurs de MRF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimiser les effets des changements planifiés</li> <li>Maximiser l'efficacité du traitement appliqué</li> </ul>
Gestionnaires spécialisés dans le recyclage agricole, le cas échéant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifier la fiabilité des pratiques de recyclage qu'ils utilisent, ainsi que celle des mesures de mitigation et des moyens de contrôle préconisés lors de problèmes d'odeurs</li> <li>Communiquer les situations jugées à risque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faciliter la planification des activités de recyclage agricole en permettant aux gestionnaires d'évaluer les risques avant que les problèmes ne surviennent</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 2.1:**

- USEPA (2000a).
- FCM et CNRC (2005). Par exemple, un programme de contrôle des sources d'eaux usées.

La majorité des générateurs recyclant leurs MRF à des fins agricoles confie la coordination du transport, de l'entreposage et de l'épandage à des gestionnaires spécialisés dans ce domaine. Sur une base quotidienne, ces gestionnaires sont probablement les acteurs locaux qui ont le plus grand effet sur l'émission d'odeurs par les MRF utilisées en milieu agricole. Sous réserve des termes contractuels, les responsabilités déléguées sont habituellement les suivantes :

- Coordination du transfert des MRF avec des transporteurs en vrac, le cas échéant ;
- Sélection des sites de stockage temporaire et d'épandage des MRF chez les producteurs agricoles ;
- Démarches administratives auprès des autorités municipales et provinciales ;
- Coordination des activités d'épandage avec des entrepreneurs spécialisés, le cas échéant.

Lorsque ces tâches leur sont confiées, les gestionnaires spécialisés doivent s'assurer que toutes les mesures nécessaires sont prises pour prévenir les problèmes d'odeurs à l'extérieur de la propriété du générateur. Ces mesures sont décrites aux sections 3 et 4 du présent guide.

Malgré ce transfert de responsabilité, le générateur de MRF doit être conscient du fait qu'il n'existe pas de mesures de prévention, de mitigation et de contrôle à toute épreuve, notamment lorsque des événements surviennent à l'usine et que les gestionnaires spécialisés n'en sont pas avisés à temps.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 2.2 PLANIFICATION ET SUIVI DES OPÉRATIONS

### 2.2.1 Savoir réagir lors de situations à risque

Même quand ils surviennent de manière ponctuelle, divers événements se produisant chez le générateur peuvent compromettre la stabilité des opérations de traitement et mener à des changements dans la qualité des MRF produites. S'ils n'y sont pas préparés, les opérateurs peuvent avoir de la difficulté à prédire si ces situations risquent de mener à la production de MRF plus malodorantes (durée et intensité du dérangement), et de la difficulté à en informer les gestionnaires spécialisés. La préparation d'un plan d'intervention en cas de situation à risque permettra au générateur d'appliquer rapidement des actions correctives<sup>21</sup> ou des mesures de mitigation adaptées aux événements d'odeurs. Ce document devra notamment inclure les éléments suivants :

- Une description des situations pouvant mener le générateur à rencontrer des situations à risque (voir tableau 2.2);
- Les moyens permettant de déceler, de contrôler et de corriger ces situations;
- La liste des responsables de département de l'usine, leur rôle et les collaborateurs externes à prévenir en cas de situation à risque. Cette liste devra tenir compte de la période estivale et des jours fériés, qui sont des périodes où de tels événements arrivent plus fréquemment;
- Le protocole de communication à prévoir en cas de plaintes relatives aux odeurs émises lors du recyclage agricole des MRF.

**TABLEAU 2.2: SITUATIONS PONCTUELLES EN USINE POUVANT AUGMENTER L'INCIDENCE DES ODEURS DE MRF**

Situation à risque	Événement	Moyens de prévention
Performance instable du procédé de traitement (ex. : bris, défaillance, arrêt d'urgence)	Imprévisible et temporaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer un programme d'entretien et d'optimisation des équipements à l'usine<sup>1</sup></li> <li>• Planifier la mise à niveau des installations désuètes</li> </ul>
Instabilité ou surcharge des intrants (ex. : dégel, coup d'eau, vidange de cuves)	Imprévisible et temporaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer un programme de suivi préventif des rejets au réseau de collecte<sup>2</sup></li> <li>• Prévoir un bassin d'urgence ou de surverse approprié</li> </ul>
	Épisodique et temporaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appliquer des mesures temporaires d'appoint (court et moyen terme)</li> <li>• Prévoir l'aménagement d'un bassin d'urgence ou de surverse, et mettre à niveau les installations lorsqu'elles sont jugées désuètes (moyen et long terme)</li> <li>• Aviser le gestionnaire spécialisé du type et de la fréquence des événements susceptibles de se produire</li> <li>• Faciliter la rétroaction à propos des opérations en demandant au gestionnaire spécialisé d'informer le gestionnaire de l'usine si des épisodes d'odeurs surviennent à l'extérieur de l'usine</li> </ul>
Changement dans le procédé de traitement (ex. : essais pilotes, arrêts planifiés, changement d'équipement)	Prévisible et temporaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir une démarche progressive (phase de laboratoire, essais préliminaires, rodage, stabilisation) (voir section 2.2.3 ci-après)</li> <li>• Préparer un protocole expérimental évaluant l'influence des changements apportés sur les odeurs émises à l'extérieur de l'usine</li> <li>• Impliquer le gestionnaire spécialisé dans la planification des essais</li> <li>• Prévoir un plan de remplacement ayant trait à l'élimination des MRF, pour les cas extrêmes</li> </ul>

**NOTES EPLICATIVES DU TABLEAU 2.2 :**

1. FCM et CNRC (2003)
2. FCM et CNRC (2005).

<sup>21</sup> FCM et CNRC (2005). Parmi ces actions: un plan d'intervention d'urgence.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Les mesures préventives suivantes seront également nécessaires pour que ce plan d'intervention en cas de situation à risque soit utilisé de manière optimale et qu'il réduise la fréquence et l'importance des événements perturbateurs :

- Informer et sensibiliser les techniciens et opérateurs de l'usine sur la destination et l'utilisation des MRF qui y sont produites ;
- Maintenir la vigilance du personnel de l'usine, en consacrant à ce thème un point à l'ordre du jour lors de réunions opérationnelles ;
- Intégrer le plan d'intervention en cas de situation à risque au programme de formation continue du personnel de l'usine, y compris du personnel temporaire ;
- Rendre accessible la plus récente version du plan d'intervention à l'ensemble du personnel d'intervention.

Lorsqu'une situation à risque n'a pu être évitée, l'application du plan d'intervention en cas de situation à risque permettra de limiter la hausse possible des odeurs émises par les MRF hors site<sup>22</sup>, car le plan décrit au personnel de l'usine comment accomplir les tâches suivantes :

- Prendre en charge rapidement toute plainte associée aux odeurs émises par les MRF sorties de l'usine ;
- Donner un avis sans délai au personnel de l'usine ayant la responsabilité d'atténuer les nuisances ainsi occasionnées et d'appliquer les mesures correctives à implanter à moyen et à long terme ;
- Consigner toute activité associée au plan d'intervention en cas de situation à risque (processus d'amélioration continue).

Selon la nature et l'ampleur de l'événement, il est possible qu'une hausse des odeurs émises par les MRF soit observée dès leur stockage transitoire chez le générateur. Dans certains cas, cependant, l'effet sur les odeurs sera retardé jusqu'au moment de la livraison des MRF chez le producteur agricole et, parfois même, le problème se manifestera seulement après quelques jours d'entreposage<sup>23</sup>.

## 2.2.2 Assurer une vigilance à l'extérieur de l'usine

Dès qu'une situation à risque est prévisible ou survient, le générateur doit aviser le gestionnaire spécialisé dans les plus brefs délais, en lui communiquant l'ensemble des informations disponibles, y compris la cause de l'événement, le changement possible ou observé ainsi qu'une estimation du début et de la fin de l'événement. Dans certains contextes, le générateur demandera à être informé de l'efficacité des mesures correctives qu'il aura appliquées en usine (processus d'amélioration continue).

Selon l'avis transmis par le générateur et suivant sa propre évaluation du risque, le gestionnaire spécialisé pourra intégrer l'information reçue dans sa planification des livraisons de MRF en milieu agricole, ce qui lui permettra de choisir parmi les solutions les mieux adaptées à la situation :

- Si les odeurs émises par les MRF stockées chez le générateur ne sont pas anormalement fortes, il pourra procéder au transport et au stockage temporaire des MRF sur le ou les sites initialement choisis, en appliquant, de manière préventive, des mesures additionnelles à celles prévues initialement pour ces MRF (voir sections 3 et 4) ;
- Si les odeurs émises par les MRF stockées chez le générateur sont plus fortes ou que des indices portent à croire qu'elles pourraient le devenir une fois hors de l'usine (siccité, paramètres analytiques), le gestionnaire spécialisé pourra acheminer les MRF vers un autre lieu de stockage qu'il considère comme mieux adapté à la situation (voir sections 3 et 4) ;
- Si les odeurs émises sont ou seront nettement plus fortes, il pourra détourner temporairement ces MRF du milieu agricole pour les acheminer vers un centre de traitement par compostage ou par biométhanisation ou vers un site où elles pourront faire l'objet d'une valorisation énergétique ;
- En situation extrême, il faudra considérer l'éventualité d'éliminer les matières trop malodorantes.

<sup>22</sup> USEPA (2000a).

<sup>23</sup> WERF (2004).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Toutes ces possibilités pourront être considérées en fonction de la réglementation en vigueur et des coûts additionnels qu'elles engendrent. À cet effet, le gestionnaire spécialisé aura prévu un plan de contingence pour les événements ponctuels nécessitant des mesures additionnelles ou d'autres méthodes de gestion, y compris l'élimination en situation extrême. Bien entendu, ces événements temporaires ne devront pas modifier la qualité physicochimique et microbiologique des MRF au point de compromettre leur valorisation.

### 2.2.3 Avant de procéder à des changements planifiés

Si le changement d'un équipement, d'un produit ou du mode opératoire est à l'étude, le générateur soucieux de recycler ses MRF en milieu agricole doit préalablement valider leur effet sur cette filière de recyclage, y compris en ce qui concerne l'émission d'odeurs à l'extérieur de l'usine. Au-delà des particularités de chaque MRF destinée au recyclage agricole, plusieurs éléments tels que les conditions d'entreposage et d'épandage et les facteurs temporels et météorologiques auront un effet important sur la quantité et le caractère incommodant des odeurs émises lors du recyclage agricole.

Pour éviter que ces changements se traduisent par de cuisants échecs techniques ou financiers<sup>24</sup> et après les vérifications préliminaires auprès des fournisseurs, des consultants et des instances de réglementation, le cas échéant, la réalisation d'une phase d'essai prévoira des points de contrôle ciblant les odeurs, pour que l'ensemble des collaborateurs soit informé des répercussions associées aux changements. À ce titre, les évaluations comparatives par olfactométrie<sup>25</sup> permettront de qualifier et de quantifier l'effet sur les odeurs émises.

En avisant le gestionnaire spécialisé des essais projetés, le générateur pourra planifier un suivi hors site. En plus de permettre au gestionnaire spécialisé d'assurer une surveillance des odeurs susceptibles d'être émises pendant les essais et la période de rodage, cette collaboration permettra de trouver des sites d'entreposage adaptés (voir section 2.2.2) et de valider la compatibilité des changements éventuels avec un recyclage agricole. Selon les caractéristiques observées des matières entreposées, par exemple leur apparence ou un changement de leurs caractéristiques chimiques, microbiologiques et, bien entendu, olfactives, le générateur pourra même apporter des ajustements à l'usine, en cours d'essai.

## 2.3 RÉCUPÉRATION ET TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES BRUTES

Les pratiques opérationnelles utilisées pour traiter les matières résiduelles brutes en usine influenceront directement les odeurs émises ultérieurement par les MRF<sup>26</sup> (tableau 2.3). Entre autres, un programme régulier d'entretien et de suivi ou contrôle des équipements de traitement réduira la grande majorité des bris et des défaillances ayant une incidence sur la qualité des MRF produites, incidence incluant les odeurs. Par une application systématique de ces mesures, les caractéristiques des MRF seront plus stables et leur comportement chez le producteur agricole sera donc plus prévisible. Ces éléments sont essentiels pour maintenir l'intérêt du milieu agricole et faciliter l'acceptabilité de cette pratique par la communauté.

<sup>24</sup> WERF (2004, 2008). Parmi les changements entraînant des risques d'échec: le remplacement des unités de déshydratation désuètes par des centrifugeuses à haute vitesse ou l'omission d'évaluer l'effet d'un nouveau procédé de traitement sur les réactifs utilisés pour la déshydratation.

<sup>25</sup> WERF (2004, 2008), Blanchard et Foulds (2006), Brochard (2014), Hébert (2014).

<sup>26</sup> ADEME (2003), Adler (2007), FCM et CNRC (2005), WEF (2005).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 2.3: PRATIQUES OPÉRATIONNELLES DU GÉNÉRATEUR QUI RÉDUISENT LE RISQUE D'ÉMISSION D'ODEURS PAR LES MRF**

Bonne pratique	Changement qui aura un effet sur la diminution des odeurs
Favoriser la réduction des matières résiduelles brutes à traiter, là où elles sont produites	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des quantités de matières à traiter (DBO<sub>5</sub>, composés azotés et soufrés) ou réduction du caractère fermentescible des matières résiduelles produisant des odeurs</li> </ul>
Éviter de mélanger des matières résiduelles peu stabilisées avec d'autres matières <sup>1</sup> , lorsqu'il n'y a pas de stabilisation prévue par la suite	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution du risque d'une réactivation microbienne pendant l'entreposage des MRF, diminution obtenue entre autres par le mélange de biosolides primaires (contenu élevé en matières organiques peu stabilisées) avec des biosolides secondaires</li> <li>Traitement additionnel sur place, si nécessaire, même si les odeurs émises à court terme semblent peu inconfortables, pour éviter une réactivation de l'activité microbienne pendant leur entreposage chez le producteur agricole</li> </ul>
Assurer un entretien préventif des installations	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction de la majorité des bris et des défaillances qui nuisent à la qualité des MRF produites, notamment en matière d'odeurs</li> </ul>
Maintenir un contrôle optimal du traitement par un suivi rigoureux <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration de la constance des caractéristiques des MRF</li> <li>Détection rapide des changements de performance du traitement ou des défaillances des appareils; par exemple, la digestion anaérobie implique un contrôle étroit du pH pour minimiser la teneur en acides gras volatils en fin de traitement, car ils sont particulièrement malodorants et persistants</li> </ul>
Éviter ou minimiser l'entreposage des matières entre les étapes de traitement ou prévoir un traitement d'appoint localisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acheminement rapide des matières fermentescibles vers les équipements de traitement pour minimiser la formation de conditions anaérobies dans un environnement non contrôlé</li> <li>Traitement d'appoint pour minimiser la formation de conditions anaérobies (ajout d'ACEB<sup>3</sup>, aération d'appoint) dans les canalisations ou lorsque les boues épaissies sont stockées plus de quelques heures avant l'étape suivante de traitement</li> </ul>
Minimiser la durée de stockage des MRF prêtes à quitter l'usine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévision des aménagements nécessaires pour ne pas retarder indûment la sortie des MRF; cela limitera la formation de conditions anaérobies dans un environnement non contrôlé</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 2.3:**

1. USEPA (2000a), Hentz, Lawrence et Cassel (2000).
2. FCM et CNRC (2003).
3. ACEB: agents chimiques, enzymatiques ou biologiques pour réduire les odeurs (section 2.3.3).

Une fois séparées des eaux usées, d'où elles proviennent la plupart du temps, les boues concentrées sont habituellement encore à l'état liquide. Avant leur sortie de l'usine et leur transfert chez un producteur agricole pour y être entreposées de manière temporaire, elles subissent une ou plusieurs étapes de traitement. Pour des MRF destinées à un recyclage agricole, les méthodes de traitement utilisées chez le générateur se répartissent en trois orientations<sup>27</sup>:

- 1. Augmentation de la siccité:** Retrait de l'eau pour réduire la quantité de matières à stocker, à transporter et à épandre, et/ou pour améliorer leurs caractéristiques physiques en vue de leur entreposage;
- 2. Stabilisation:** Augmentation de la capacité de la matière à résister à la transformation microbienne, de manière provisoire ou définitive. Cette modification réduit partiellement ou complètement les émissions malodorantes;
- 3. Hygiénisation:** Élimination complète de la charge en microorganismes pathogènes, de manière provisoire ou définitive.

Il arrive qu'un seul procédé de traitement couvre simultanément ces trois éléments. C'est le cas du séchage thermique, qui élimine presque complètement le contenu en eau et produit une MRF hygiénisée et stable, pourvu qu'elle ne soit pas humidifiée. S'ils agissent sur les trois fronts, la plupart des procédés de traitement le feront cependant à des degrés variables pour chacun des trois effets recherchés, comme c'est le cas du compostage, par exemple.

La section 2.3.1 présentera les procédés ayant principalement un effet sur la siccité des MRF, la section 2.3.2 traitera de ceux dont l'action est surtout associée à la stabilité et/ou à l'hygiénisation (car ces deux éléments sont étroitement liés), et la section 2.3.3 portera sur des mesures d'appoint impliquant l'utilisation d'agents chimiques, enzymatiques ou biologiques (ACEB).

<sup>27</sup> ADEME (2003).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 2.3.1 Augmentation de la siccité

De manière générale, moins une MRF contient d'eau, moins elle risque de provoquer des épisodes d'émission d'odeurs pendant son entreposage au champ, car la croissance microbienne y est moins stimulée et la création de conditions anaérobies est minimisée. De plus, le Guide MRF prévoit des critères d'entreposage particulièrement contraignants pour les MRF liquides ou pour celles qui présentent une siccité inférieure à 15 % (voir section 4).

Le tableau 2.4 résume les trois niveaux ou séquences de traitement destinés à augmenter la siccité des MRF, soit l'épaississement, la déshydratation et le séchage, ainsi que l'effet qu'ils ont sur les propriétés de la matière traitée. Lorsqu'ils sont appliqués à des matières fraîches, ces traitements mènent séquentiellement à la production de boues primaires (épaississement), puis à celle de biosolides primaires ou de boues physicochimiques (déshydratation ou séchage). Le tableau 2.5 décrit plus précisément les avantages et limites associés aux traitements par épaississement et par déshydratation, de même que leur incidence sur le risque d'émission d'odeurs en milieu agricole. Puisque le séchage est un traitement associé davantage aux procédés de stabilisation des MRF, ces mêmes informations ont plutôt été présentées au tableau 2.7.

**TABLEAU 2.4: CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES TRAITÉES, SELON LE NIVEAU DE TRAITEMENT APPLIQUÉ POUR AUGMENTER LA SICCITÉ**

Niveau ou séquence	Technologie utilisée	Siccité atteinte: état physique et caractéristiques
<b>Épaississement</b>	Gravitaire (décanteur) Mécanique (table d'égouttage, centrifugeuse, flottateur)	8-12 % : liquide à semi-liquide; pompable
<b>Déshydratation</b>	Filtre-pressé (bandes, plateaux, membrane, vis) Centrifugeuse Pressoir rotatif Géomembranes (sacs filtrants)	12-14 % : liquide à semi-liquide; pompable 15-30 % : pâteuse; pelletable 25-55 % : solide; pelletable et facile à émotter
<b>Séchage</b>	Lit de séchage Séchoir thermique	30-60 % : solide; pelletable et facile à émotter 90 % et + : sèche; pulvérulente ou granulée

Sources : Degremont (1989), AMORCE (2012), Adler (2007).

Au Québec, les boues simplement épaissies sont rarement recyclées en milieu agricole, car elles contiennent trop d'eau pour être entreposées telles quelles dans un tel milieu à un coût raisonnable. Par ailleurs, les biosolides d'étangs aérés sont parfois pompés et épandus au fur et à mesure sur des terres agricoles avoisinantes, sans qu'une étape d'entreposage temporaire soit requise. Malgré un coût de gestion plus élevé, des MRF dans un état allant de liquide à pâteux (siccité 12-20 %) sont parfois entreposés en structures étanches de type fosses. Si elles n'ont pas été traitées par stabilisation en usine ou si elles sont mélangées à d'autres MRF peu ou pas stabilisées, leur entreposage doit être accompagné de mesures préventives de mitigation (voir section 3.2.2), puisqu'elles présentent un risque accru d'émission d'odeurs<sup>28</sup>. En ce qui concerne les mélanges de MRF, le MDDELCC en permet plusieurs types (voir section 7 du Guide MRF), mais ceux-ci doivent avoir une justification agronomique.

Dans la majorité des cas, cependant, les boues épaissies subissent une étape de déshydratation. Pour augmenter la qualité de la séparation solide/liquide, une séquence d'ajout de floculants organiques de synthèse (polymères ou polyélectrolytes) précède alors la déshydratation mécanique, d'où l'emploi du terme *boues physicochimiques* pour désigner les biosolides primaires. Selon le type de MRF, ou simplement pour augmenter la siccité finale de quelques points de pourcentage, il arrive que des agents de conditionnement soient également ajoutés avant la déshydratation mécanique. Ces agents favorisent la coagulation des matières dissoutes ou particulaires et sont principalement des agents minéraux, comme des sels de fer, d'aluminium ou même de magnésium<sup>29</sup>. En plus d'augmenter la siccité des MRF, certains agents de conditionnement, tel le lait de chaux (chaulage), ont également un effet favorable sur la stabilité de la matière, et d'autres, comme les acides (hydrolyse par acidification<sup>30</sup>), favorisent son hygiénisation. Tous ces agents sont mieux décrits à la section 2.3.2.

<sup>28</sup> USEPA (2000a).

<sup>29</sup> HIGGINS (2010).

<sup>30</sup> Bingbouré (1997), Chopy (2012).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Pour maintenir un contrôle des odeurs émises par les MRF déshydratées, un usage optimal des réactifs chimiques servant à augmenter la qualité de séparation solide/liquide est essentiel. Entre autres, il faudra veiller à utiliser des réactifs adaptés au traitement qui précède ou qui suit l'étape de déshydratation et ne pas sous-évaluer le risque que des changements opérationnels apportés en usine feront peser sur la stabilité ou la compatibilité des réactifs utilisés (tableau 2.2).

Par exemple, les polymères anioniques sont habituellement mieux adaptés à la déshydratation de biosolides stabilisés par chaulage. Par comparaison, les polymères cationiques sont plus stables à un pH neutre ou légèrement au-dessus de la neutralité<sup>31</sup>. Indépendamment de ces généralités, certains fournisseurs offrent des polymères cationiques pouvant tolérer un pH allant jusqu'à 12,0. Des essais préalables (en laboratoire et/ou pilotes), menés en collaboration avec les différents fournisseurs de réactifs, indiqueront si un changement dans le type, le dosage ou le mode d'incorporation des réactifs aura un effet sur les odeurs émises par les MRF (voir section 2.2.2).

L'emploi d'agents de conditionnement modifie parfois les propriétés fertilisantes des MRF traitées; par exemple, l'emploi de sels de fer ou d'aluminium peut produire une baisse de la disponibilité du phosphore. Dans de tels cas, les recommandations agronomiques d'utilisation des MRF sont adaptées pour tenir compte de ce changement.

**TABLEAU 2.5: TRAITEMENTS APPLIQUÉS À L'USINE POUR AUGMENTER LA SICCITÉ DES MRF**

Traitement <sup>1</sup>	Caractéristiques du traitement par rapport à l'usage en milieu agricole		Incidence sur les odeurs émises en milieu agricole	
	Avantages	Inconvénients	Risque accru d'odeur, si...	Mesures correctives
<b>Épaississement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matière facile à pomper</li> <li>Peu coûteux</li> <li>Adapté aux petits volumes: gestion locale, situation ponctuelle, épandage direct</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu pratiqué, car forte proportion d'eau à transporter, à stocker et à épandre</li> <li>Stockage en structure étanche nécessaire (réservoir, lagune)</li> <li>Autorisation de la CPTAQ pour le stockage parfois nécessaire (délai de plusieurs mois)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu ou pas de stabilisation en usine ou si les MRF sont mélangées à d'autres MRF peu ou pas stabilisées<sup>2</sup></li> <li>Production de H<sub>2</sub>S en déficience d'oxygène et en présence de composés soufrés, tels que les protéines et sulfates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire le délai de stockage avant la livraison ou appliquer une aération pendant cette étape</li> <li>Appliquer un traitement de déshydratation pour augmenter la siccité et/ou la stabilité</li> <li>Ajouter des ACEB en amont du bassin de stockage</li> </ul>
<b>Déshydratation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des quantités à gérer hors site</li> <li>Entreposage au sol, si l'état solide est maintenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajout d'agents chimiques pour séparation solide/liquide</li> <li>Contraintes de stockage en structure étanche (réservoir, lagune ou plate-forme) dès que ≤ 15% ou lorsque l'amas s'affaisse</li> <li>Encrassement des équipements, lorsque conditionnement au lait de chaux (entretien accru)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siccité &lt; 20%</li> <li>Traitement appliqué sur une MRF peu ou pas stabilisée</li> <li>Entreposage hors site, en structure étanche, car les conditions anaérobies sont favorisées par l'accumulation d'eau</li> <li>Technologie de centrifugation haute vitesse utilisée pour digestat<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer un traitement préalable de stabilisation</li> <li>Minimiser la durée de stockage avant la déshydratation</li> <li>Ajouter ou remplacer l'agent de conditionnement ou le floculant</li> <li>Ajouter des ACEB en amont du bassin de stockage</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 2.5 :**

1. Les informations sur le traitement par séchage se trouvent au tableau 2.7.
2. USEPA (2000a).
3. USEPA (2000a), WERF (2008)

31 Wang, Shammass et Hung (2007).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires

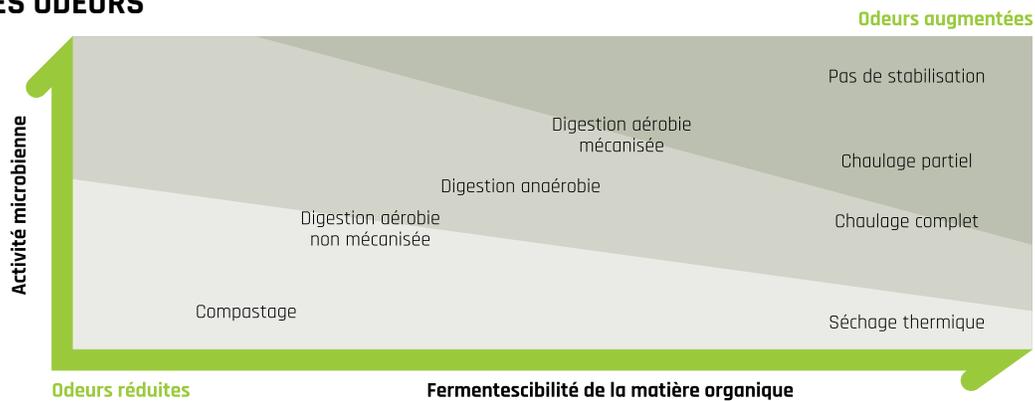


## 2.3.2 Stabilisation et hygiénisation

Lorsque la situation le permet et selon la technologie retenue, l'application d'un traitement par stabilisation chez le générateur permet de créer une matière plus uniforme qu'en appliquant ce traitement chez le producteur agricole<sup>32</sup>. Pourvu qu'elle soit combinée au respect des modalités d'entreposage temporaire et d'épandage spécifiées dans le Guide MRF, la stabilisation offre le niveau de sécurité nécessaire pour le milieu agricole, et inclut dans la vaste majorité des cas le contrôle des odeurs émises par les activités qui leur sont associées.

Qu'ils reposent sur des principes biologiques, chimiques ou physiques, les procédés de stabilisation présentent tous la particularité de réduire, à des degrés variables: 1) le caractère fermentescible de la matière organique contenue dans les MRF; 2) le niveau d'activité microbienne pouvant s'y dérouler (et qui peut mener à une hygiénisation<sup>33</sup>). Ces deux propriétés agissent directement sur l'incidence des odeurs qu'une MRF risque d'émettre. De manière schématisée, la figure 2.2 illustre comment les principaux procédés de stabilisation influencent ces caractéristiques pour des MRF destinées au recyclage agricole.

**FIGURE 2.2: EFFET SCHÉMATISÉ DU PROCÉDÉ DE STABILISATION APPLIQUÉ EN USINE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES MRF ET SUR LE RISQUE ULTÉRIEUR QU'ELLES ÉMETTENT DES ODEURS**



Comme illustré à la figure précédente, seuls les procédés biologiques réduisent significativement, et de manière irréversible, le caractère fermentescible de la matière organique, offrant une protection accrue contre le risque ultérieur de production d'odeurs incommodes. Voilà pourquoi les MRF stabilisées par des procédés non biologiques demanderont parfois une vigilance accrue durant leur entreposage au champ. Tant que l'activité microbienne est maintenue à son plus bas niveau, le risque d'émission d'odeurs durant cette période transitoire, de même qu'au moment de l'épandage des MRF, est minimisé. Les tableaux 2.6 (procédés biologiques) et 2.7 (procédés physicochimiques et thermiques) décrivent les principales forces et limites des procédés de stabilisation, de même que leur effet sur le risque que les MRF émettent des odeurs en milieu agricole.

Lorsque le niveau de stabilité d'une MRF est maximal, comme c'est le cas avec le compostage ou le séchage thermique de digestats, les modalités d'entreposage et d'épandage prévues dans le Guide MRF sont moins strictes. À l'opposé, si le générateur n'applique aucun procédé de stabilisation sur des biosolides primaires riches en matières organiques fermentescibles, leur recyclage agricole devra se conformer à une série d'exigences additionnelles pendant l'entreposage temporaire et l'épandage.

Selon le procédé de stabilisation retenu, les propriétés fertilisantes des MRF traitées sont parfois modifiées. Il peut par exemple se produire une baisse de la fraction minérale de l'azote avec le compostage ou une augmentation du pouvoir neutralisant avec le traitement à la chaux. Dans de tels cas, les recommandations agronomiques d'utilisation des MRF sont adaptées pour tenir compte de ce changement.

<sup>32</sup> WEF (2005).

<sup>33</sup> Par exemple les procédés de compostage, de traitement alcalin et de séchage thermique reconnus par le BNQ.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 2.6 : PROCÉDÉS BIOLOGIQUES APPLIQUÉS EN USINE POUR LA STABILISATION DES MRF**

Type de procédé	Caractéristiques du traitement par rapport à l'usage en milieu agricole		Incidence sur les odeurs émises en milieu agricole	
Principales technologies	Avantages	Inconvénients	Risque accru d'odeur, si...	Mesures correctives à l'usine
<b>Traitement des biosolides, simultanément avec les eaux usées</b>				
<b>Digestion aérobie mécanisée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Boues activées</li> <li>Réacteurs biologiques séquentiels</li> <li>Biofiltres</li> <li>Disques biologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilisation irréversible</li> <li>Production continue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O2 ou O3 (distances séparatrices par rapport aux habitations voisines plus contraignantes)</li> <li>Stabilisation incomplète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stockage en fosse avec d'autres types de MRF organiques<sup>1</sup></li> <li>Coups d'eau à l'usine (plus fréquents au printemps et à l'automne)</li> <li>Boues jeunes</li> <li>Aération insuffisante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre à niveau les infrastructures pour augmenter la siccité et faciliter le stockage au champ</li> <li>Prolonger la durée de traitement (séjour ≥ 3 semaines)</li> <li>Augmenter l'oxygénation au traitement</li> <li>Employer des ACEB ou faire du chaulage</li> </ul>
<b>Digestion aérobie non mécanisée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Étangs aérés</li> <li>Étangs à rétention réduite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilisation avancée et irréversible</li> <li>Matières typiquement O1 ou O2</li> <li>Stockage en amas après déshydratation</li> <li>Épandage facilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production intermittente (vidange périodique)</li> <li>Procédé lent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidange trop fréquente (boues trop jeunes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter la siccité</li> <li>Se conformer aux bonnes pratiques de gestion de stations d'épuration</li> <li>Employer des ACEB ou faire du chaulage</li> </ul>
<b>Digestion anaérobie non mécanisée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fosses septiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O1 ou O2</li> <li>Stabilisation avancée et irréversible</li> <li>Réduction du volume de biosolides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unités à capacité réduite, pour petits générateurs</li> <li>Variabilité en fonction de la provenance des eaux usées</li> <li>Traitement par dégrillage nécessaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidanges trop rapprochées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se conformer aux bonnes pratiques de gestion de stations d'épuration</li> <li>Faire un chaulage complet</li> <li>Faire une stabilisation ou un assèchement complémentaire</li> </ul>
<b>Traitement des biosolides, après leur séparation des eaux usées</b>				
<b>Digestion anaérobie mécanisée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Digesteur mésophile</li> <li>Digesteur thermophile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production continue</li> <li>Stabilisation avancée et irréversible</li> <li>Valorisation possible du biogaz émis</li> <li>Réduction du volume de biosolides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O2 ou O3 (distances séparatrices par rapport aux habitations voisines plus contraignantes)</li> <li>Gestion des biogaz</li> <li>Stabilisation complémentaire si déshydratation par centrifugation haute vitesse (sinon, matières de catégorie d'odeur Hors Catégorie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation déficiente (ex.: instabilité du pH)</li> <li>Stockage en fosse avec d'autres types de MRF organiques<sup>1</sup></li> <li>Centrifugation à haute vitesse du digestat (effet observé après quelques jours)<sup>2</sup></li> <li>Chaulage partiel du digestat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revoir l'utilisation du digesteur (séjour &gt; 3 semaines)</li> <li>Stabiliser le pH selon les différentes phases de la biométhanisation</li> <li>Faire un chaulage complet</li> <li>Faire une stabilisation ou un assèchement complémentaire</li> <li>Employer des ACEB</li> </ul>
<b>Compostage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Andains extérieurs</li> <li>Mécanisé en usine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O1 ou O2</li> <li>Stabilisation avancée et irréversible</li> <li>Possibilité de traiter différents types de MRF simultanément</li> <li>Également adapté aux MRF produites ponctuellement et/ou en petites quantités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Délai d'utilisation de plusieurs mois</li> <li>Modification des propriétés agronomiques des MRF</li> <li>Coûteux, habituellement utilisé à des fins horticoles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilisation incomplète (compost non mature)</li> <li>Structurants ou oxygénation insuffisants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corriger la recette, ajuster le rapport C/N</li> <li>Augmenter l'apport d'oxygène</li> <li>Poursuivre le traitement</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 2.6 :**

- USEPA (2000a).
- WERF (2008).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 2.7: PROCÉDÉS PHYSICOCHIMIQUES ET THERMIQUES APPLIQUÉS EN USINE POUR LA STABILISATION DES MRF**

Type de procédé	Caractéristiques du traitement vs usage en milieu agricole		Incidence sur les odeurs émises en milieu agricole	
Principales technologies	Avantages	Inconvénients	Risque accru d'odeur, si...	Mesures correctives à l'usine
<b>Chaulage<sup>1</sup></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Complet : 72 h à pH ≥ 12, dont 12 h &gt; 52 °C°, puis à pH ≥ 10 en continu</li> <li>Partiel : 2 h à pH ≥ 12, puis 22 h à pH ≥ 11,5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilisation rapide des biosolides déshydratés qui persiste pendant plusieurs mois</li> <li>Épandage facilité, car matière plus granulaire et sèche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O2 ou O3 (distances séparatrices par rapport aux habitations voisines plus contraignantes)</li> <li>Stabilisation réversible lorsque le pH descend sous les seuils ciblés</li> <li>Apport d'agent chaulant augmentant le volume de 15 à 50 % pour un chaulage complet</li> <li>Modification des propriétés agronomiques des MRF, y compris la libération d'ammoniac gazeux (odeur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MRF riches en ammoniac (ex. : digestats)</li> <li>Dosage d'agent alcalin insuffisant</li> <li>Mélange MRF-réactifs insuffisant</li> <li>Agent alcalin trop granulaire</li> <li>Emploi d'un polymère incompatible avec le procédé de chaulage (chaleur, pH, etc.)</li> <li>Période de curage trop courte avant manutention (ex. : reprise en fosse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire un chaulage après l'étape de déshydratation</li> <li>Revoir le choix de polymères</li> <li>Augmenter le dosage et/ou la qualité granulométrique de l'agent alcalin</li> </ul>
<b>Hydrolyse bactérienne<sup>2</sup></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acidification</li> <li>Ultrasons</li> <li>Traitement alcalin à haute pression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traitement d'appoint sur les biosolides épaissis pour augmenter la siccité et réduire les pathogènes (ex. : industrie papetière) ou comme prétraitement à la digestion anaérobie</li> <li>Effet rapide pouvant persister durant quelques semaines d'entreposage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O2 ou O3 (distances séparatrices par rapport aux habitations voisines plus contraignantes)</li> <li>Stabilisation réversible lorsqu'il y a reprise de l'activité microbienne</li> <li>Peu étudié, requiert essais pilotes (cas par cas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temps de réaction insuffisant</li> <li>Combiné ultérieurement avec d'autres MRF actives biologiquement</li> <li>MRF finale non granulaire (pâteuse) : stabilité plus courte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmenter le temps de réaction</li> <li>Augmenter la siccité finale pour retarder l'activité microbienne après livraison</li> </ul>
<b>Séchage thermique<sup>3</sup></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Séchoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières typiquement O1 ou O2</li> <li>Épandage facilité, car matière plus granulaire et sèche</li> <li>Forte réduction des volumes à gérer</li> <li>Stabilisation complète (mais temporaire)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risque d'incendie si la matière est humidifiée à l'entreposage</li> <li>Stabilisation réversible lorsque la matière est en contact avec l'eau</li> <li>Épandeur de précision requis</li> <li>Poussières à contrôler</li> <li>Possible modification des propriétés agronomiques de la matière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition aux précipitations avant le recouvrement (siccité inférieure à 90%)</li> <li>Absence de stabilisation biologique préalable</li> <li>Épandage des poussières non contrôlé à l'épandage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer un traitement préalable de stabilisation</li> </ul>
<b>Lit de séchage passif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matières O1 ou O2</li> <li>Réduction du volume à gérer</li> <li>Épandage facilité lorsqu'un cycle de gel-dégel est appliqué</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilisation partielle</li> <li>Production intermittente (vidange périodique)</li> <li>Possible modification des propriétés agronomiques par dilution dans la matière sableuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de cycle de gel-dégel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer un cycle de gel-dégel</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 2.7:**

- USEPA (2000c).
- BNQ (2009).
- Bingbouré (1997), USEPA (2006).
- WEF (2004).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Si l'ajout d'une étape de stabilisation implique parfois des coûts additionnels pour le générateur, elle apporte en contrepartie des avantages économiques et logistiques indéniables au moment du recyclage agricole. Ces conséquences sont plus visibles lorsque ces efforts additionnels mènent à la production de MRF hygiénisées, c'est-à-dire au respect du critère P1 du Guide MRF. Dans un tel cas, les contraintes de stockage et les distances séparatrices minimales d'épandage par rapport aux habitations et aux cours d'eau, notamment, seront réduites.

La majorité des générateurs petits et moyens utilise des technologies de stabilisation biologique de type aérobie (tableau 2.6), car le coût d'immobilisation et d'entretien de celles-ci est habituellement plus bas. Après une étape d'épaississement et de déshydratation, la qualité des MRF produites convient habituellement à la filière du recyclage agricole, en offrant un compromis coût/efficacité dans les règles de l'art actuelles, lorsque le niveau d'odeur des biosolides ne dépasse pas les catégories d'odeurs acceptées pour ce type d'activité.

Lorsque les quantités de matières organiques produites sont plus importantes (industries ou municipalités de taille moyenne et grande) ou que la catégorie d'odeur des MRF assujettit leur recyclage agricole à une contrainte technique ou économique, un traitement complémentaire de stabilisation peut être appliqué sur les biosolides épaissis ou déshydratés. Cette stabilisation peut prendre la forme d'un compostage (tableau 2.6) ou encore d'un chaulage (tableau 2.7).

Il arrive également que des MRF fassent l'objet d'un séchage complémentaire pour en extraire l'eau, au point d'y interrompre l'activité microbienne et de stopper ainsi la production de nouvelles substances malodorantes. Si le procédé intègre également l'application de chaleur, on parlera de séchage thermique, méthode qui présente la caractéristique de détruire les microorganismes présents, y compris les pathogènes (hygiénisation). La technologie de séchage thermique implique d'importants coûts d'investissement; on la rencontre principalement dans des stations d'épuration municipales ayant d'importants volumes de biosolides déshydratés à gérer, qu'ils soient issus d'un traitement physicochimique ou d'une stabilisation biologique.

Dans un contexte de recyclage agricole des MRF, un séchage passif peut également être bénéfique, comme c'est le cas pour des biosolides municipaux déshydratés qui transitent sur un lit de séchage aménagé à l'extérieur de l'usine pour y subir un cycle de gel-dégel.

Moins couramment employés au Québec, certains procédés ciblent spécialement l'hygiénisation des MRF. En réduisant de façon très importante la quantité de microorganismes présents dans les MRF, ces procédés détruisent par la même occasion les microorganismes responsables de la production de substances malodorantes. À titre d'exemple, l'hydrolyse acide (tableau 2.7) est probablement la méthode de stabilisation et d'hygiénisation la plus couramment utilisée par les papetières pour traiter localement, juste avant l'incorporation aux autres matières non contaminées, ce qui a été contaminé par des matières fécales. Par ailleurs, une étape de pasteurisation des matières résiduelles contaminées par des sous-produits animaux<sup>34</sup> et destinées à un recyclage agricole est souvent préconisée en Europe, mais peu pratiquée en Amérique.

### 2.3.3 Traitement complémentaire d'appoint: le cas des ACEB

Dans ce guide, l'acronyme ACEB<sup>35</sup> est utilisé pour faire référence à l'ensemble des agents chimiques, enzymatiques ou biologiques ayant la capacité de réduire les odeurs émises par les MRF, qu'elles se trouvent chez le générateur ou à l'extérieur de sa propriété (pendant leur transport ou chez le producteur agricole).

Le coût relativement faible des ACEB par rapport à d'autres stratégies pour contrôler les odeurs les rend accessibles au point de vue de la logistique et du coût des infrastructures, particulièrement à titre de mesure temporaire d'appoint à d'autres méthodes de traitement (tableau 2.2). En raison du caractère unique de chaque installation de traitement et de chaque MRF, on ne saurait trop insister sur l'importance de procéder à des essais à petite échelle (voir section 2.2.3) avant d'implanter un changement impliquant des ACEB. Comme dans bien d'autres cas, il arrive que l'effet contraire à celui que l'on attendait soit observé<sup>36</sup>.

<sup>34</sup> WRAP (2011).

<sup>35</sup> WERF (2008). ACEB est une traduction libre de l'acronyme anglais CEBA (Chemical Enzymatic and/or Biological Agent) utilisé par WERF.

<sup>36</sup> Higgins et al. (2003).

#### LÉGENDE Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Plusieurs ACEB sont déjà largement utilisés dans les stations d'épuration, car leur principale fonction ne consiste pas à réduire les odeurs émises par les MRF, mais plutôt : 1) à augmenter la siccité des MRF (dans le cas des ACEB tels que le lait de chaux et les sels métalliques de coagulation : sulfate ferrique, alun) pendant leur déshydratation<sup>37</sup>; ou 2) à réduire localement la formation d'odeurs et/ou de sulfure d'hydrogène dans des secteurs ciblés de l'usine ou dans le réseau de collecte pour des raisons de santé et de sécurité ou pour limiter la corrosion (cette fonction concerne par exemple les agents alcalins forts, le peroxyde<sup>38</sup> et le nitrate de calcium). Même s'il ne s'agit pas de la fonction principale de ces ACEB chimiques, leur efficacité pour réduire l'intensité et/ou la durée des odeurs émises *ultérieurement* par les MRF traitées est périodiquement confirmée par les opérateurs de stations d'épuration des eaux usées (STEP), par les distributeurs de ces produits et par des évaluations scientifiques comparatives<sup>39</sup>.

Pour ce qui est des ACEB de type concentrés microbiens, agents enzymatiques et produits masquants ou neutralisants, il existe quelques publications scientifiques ayant évalué leur capacité à réduire les odeurs émises par les fumiers solides et les lisiers, mais elles sont peu nombreuses<sup>40</sup>. De plus, celles qui rapportent leur capacité à réduire les odeurs émises par les MRF sont partielles ou n'ont pas été revues par des pairs avant leur publication; c'est particulièrement le cas quand l'étude porte sur les agents enzymatiques et/ou biologiques<sup>41</sup>. Malgré cette difficulté à prouver leur efficacité, il existe des cas à succès d'emploi de cette catégorie d'ACEB avec des biosolides produits au Québec<sup>42</sup>; même si les cas rapportés sont peu fréquents, car principalement financés par des fonds privés, ils confirment le caractère unique de chaque problème d'odeur et l'intérêt de considérer ces ACEB comme une solution d'appoint.



**37** WERF (2004, 2008), Higgins (2010).

**38** USEPA (1985).

**39** WERF (2004, 2008).

**40** Heber et al. (2001), Lavoie et al. (2004).

**41** Tepe et al. (2008), Stephenson Environmental Services Ltd. (2012).

**42** Brochard (2014).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 2.4 ENTREPOSAGE À L'USINE ET CHARGEMENT DES CAMIONS

Une fois le traitement à l'usine réalisé, l'activité microbienne se poursuivra dans les MRF, sauf si un procédé de stabilisation complète a été utilisé, tel qu'un compostage ou un séchage thermique. Les conditions anaérobies étant susceptibles de s'y créer tôt ou tard, mieux vaut réduire la durée d'entreposage des matières traitées en usine, pour ne pas amplifier le dégagement de composés malodorants pendant leur transport et leur déchargement (tableau 2.3).

En plus de se conformer à la réglementation (voir encadré), appliquer des mesures préventives durant le chargement des camions et le transport des MRF aidera à maintenir de bonnes relations avec les personnes habitant le long du parcours emprunté par les camions et à éviter d'avoir à gérer les répercussions défavorables des odeurs sur l'opinion publique à l'égard de la gestion des MRF.

### Transport réglementé

Contrairement à ce qui se passe dans d'autres provinces canadiennes ou États américains, les transporteurs québécois n'ont pas à obtenir de certification particulière pour le transport de MRF. Ils doivent cependant s'assurer de l'étanchéité des bennes et réservoirs utilisés et ont l'obligation de recouvrir tous les conteneurs<sup>1</sup>. Par ces mesures, ils se conforment à la réglementation provinciale, qui interdit notamment de déposer quelque matière que ce soit sur un chemin public, y compris en raison des chutes involontaires de matières depuis un véhicule en circulation.

La période de dégel printanier réduit pendant quelques semaines les limites de charge autorisées sur les chemins publics du Québec. Pour transporter une même quantité de MRF, il faudra donc effectuer plus de voyages pendant cette période. Quant au transport de MRF malodorantes, la fréquence des épisodes d'odeurs le long du parcours emprunté peut augmenter de manière temporaire. Si des secteurs sensibles<sup>2</sup> sont incommodés par le passage accru des camions durant cette période et que cela mène à des plaintes, il faudra évaluer la possibilité d'emprunter temporairement d'autres routes en alternance.

1 Code de la sécurité routière (LRQ, chap. C-24.2, art. 498), Loi sur la qualité de l'environnement (LRQ, chap. Q-2, art. 20).

2 USEPA (2000a): on fait ici référence aux villes, villages, écoles et parcs densément peuplés et déjà reconnus comme sensibles ou susceptibles d'être sensibles aux nuisances associées au trafic des camions et aux odeurs.

### 2.4.1 Adapter le transport au milieu agricole

Alors que d'autres filières de gestion des MRF sont bien adaptées à la circulation des véhicules lourds (centres de compostage, lieux d'enfouissement, etc.), le transport de MRF en zone rurale est parfois plus complexe (chaussée accidentée ou non pavée, ponts ayant des charges maximales plus contraignantes, accès plus limité de la machinerie lourde au lieu de livraison et absence de quai de déchargement sur les sites d'entreposage au champ). De plus, le recyclage d'une MRF en milieu agricole implique souvent l'utilisation de plusieurs lieux d'entreposage par un seul générateur.

Si l'application de distances séparatrices minimales fait en sorte qu'il faut livrer des MRF loin dans le champ pour s'éloigner des habitations voisines, l'emploi de camions-remorques (à deux, trois ou quatre essieux) sera généralement plus approprié que celui de camions porteurs à faux-cadre basculant (*roll-off*), car ils risquent moins de s'enliser.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Comme il faut éviter que des éclaboussures ou des particules se retrouvent sur la voie publique, il est nécessaire de connaître le comportement des MRF pendant leur transport, pour choisir une remorque (réservoir, conteneur, benne) qui soit étanche et qui convienne à des livraisons en milieu agricole. Par exemple, les MRF suivantes demandent une attention particulière :

- MRF semi-liquides : éclaboussures, si la chaussée est en mauvais état ou s'il y a une situation d'arrêt d'urgence ;
- MRF granulaires : portées par le vent, ou trempées par la pluie, si la toile n'est pas complètement étanche.

## 2.4.2 Chargement des camions à l'usine

Avant de se présenter à l'usine, le camionneur aura reçu les détails sur sa destination. Pour éviter qu'il ait à faire demi-tour sur des routes de campagne, le gestionnaire spécialisé lui aura fourni le chemin à emprunter, y compris le point d'entrée pour accéder à la parcelle d'entreposage et les voies de contournement à utiliser<sup>43</sup>. En tout temps, le transporteur pourra entrer en communication avec celui qui coordonne la livraison des MRF vers les différents lieux d'entreposage.

Le camionneur pourra, par une vérification visuelle, déceler toute anomalie évidente dans l'apparence des MRF à livrer lorsque la benne ou le réservoir a été rempli en son absence et que les situations suivantes se présentent :

- La durée d'entreposage transitoire chez le générateur a été plus longue qu'à l'habitude (plus susceptible d'entraîner l'émission d'odeurs) ;
- Les MRF seront livrées au champ et leur siccité oscille typiquement autour de 15 à 20 % (s'assurer qu'il n'y aura pas d'accumulation de liquides autour de l'amas, ce qui serait plus susceptible d'émettre des odeurs) ;
- Il est peu habitué<sup>44</sup> au transport de ces MRF ou celles-ci sont nouvellement recyclées en milieu agricole (les ajustements sont plus fréquents en début de projet) ;
- Les MRF sont produites par un petit générateur et/ou en mode discontinu (variabilité possible quant aux odeurs émises).

Avant de quitter le site de production, le camionneur doit communiquer avec le gestionnaire spécialisé et/ou avec les opérateurs du site s'il a un doute sur les MRF à transporter ou s'il constate une anomalie. Suivant l'analyse du risque associé au transport et/ou à l'entreposage prévu, le gestionnaire spécialisé pourra choisir parmi les solutions de rechange les mieux adaptées à la situation, y compris celles énoncées à la section 2.2.2.

Après cette étape de vérification, le chargement sera sécurisé et la propreté du camion sera corrigée au besoin. Lorsqu'une vérification préalable confirme leur efficacité (voir section 2.2.3), des ACEB ou des agents masquants pourront aussi être employés en surface des bennes ou des conteneurs, en situation d'émissions ponctuelles d'odeurs ou dans une pratique préventive de gestion des odeurs (voir section 2.3.3). Si des mesures de mitigation à l'entreposage, comme le recouvrement, doivent être appliquées chez le producteur agricole, le gestionnaire spécialisé prendra les mesures nécessaires, une fois le moment de livraison confirmé.

<sup>43</sup> Ces voies auront préalablement été choisies par le gestionnaire spécialisé, au moment de la sélection des sites d'entreposage (voir section 3).

<sup>44</sup> Les camionneurs déjà habitués aux MRF produites par l'usine seront plus vigilants.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# 3.0 Entreposage

De nombreuses MRF sont générées 12 mois par année, alors que la période d'épandage agricole est surtout concentrée pendant quelques semaines, soit au printemps avant les semis et à l'automne après la récolte. L'épandage peut également avoir lieu l'été après une coupe de foin et à la fin de l'été après la récolte des cultures annuelles. Entre les périodes d'épandage, il faut donc entreposer temporairement les MRF dans des structures étanches ou en amas au champ.

## 3.1 ÉTAPES DE PLANIFICATION

Le gestionnaire spécialisé et le producteur agricole doivent collaborer étroitement lorsque vient le temps de choisir le lieu où seront entreposées les MRF. En plus de respecter les normes réglementaires et les critères de référence, ils devront s'assurer que l'emplacement est adapté à la matière à entreposer, à la période d'entreposage ainsi qu'à la période où la matière sera reprise pour l'épandage.

C'est à cette étape que le producteur agricole aurait tout intérêt à mentionner l'existence de conflits dans sa localité, notamment de conflits associés aux odeurs émises par les activités agricoles. En étant conscient de la situation, le gestionnaire spécialisé pourra intégrer ce facteur de risque dans son plan de communication, ainsi que dans la planification de chacune des activités susceptibles de produire des nuisances, y compris dans les étapes précédant l'acheminement des MRF au site d'entreposage et leur épandage subséquent (voir respectivement les sections 2.4 et 4).

### 3.1.1 Choix du site d'entreposage

Évidemment, le site d'entreposage doit respecter les distances minimales prescrites par le Guide MRF selon la catégorie d'odeur de la matière, et son accès doit tenir compte du type de camion utilisé pour livrer les MRF (section 2.4). Pour éviter que les odeurs émises par les MRF entreposées ne deviennent une nuisance pour le voisinage, d'autres éléments d'évaluation des lieux d'entreposage sont toutefois à considérer (voir tableau 3.1).



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



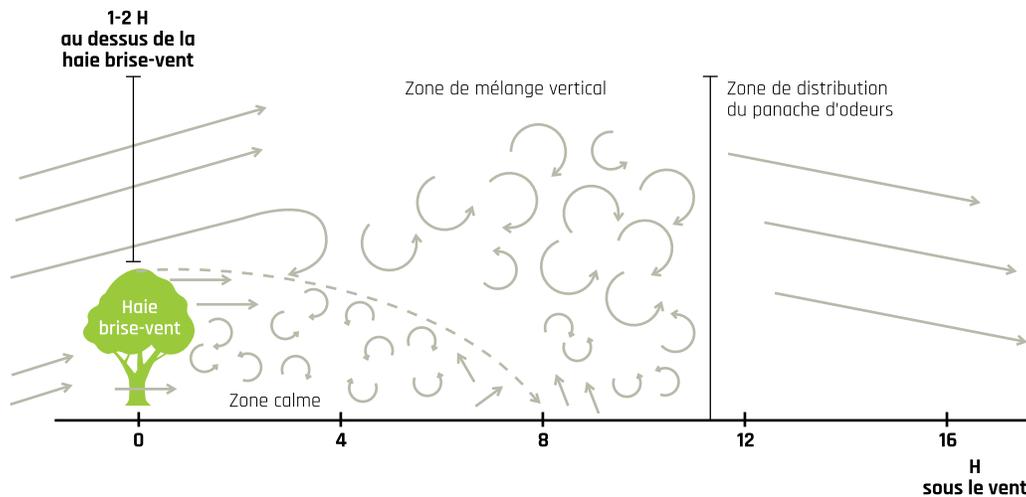
**TABLEAU 3.1: CHOIX D'UN MODE D'ENTREPOSAGE - ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION POUR LIMITER LES ODEURS**

Éléments d'évaluation	Effets sur la mitigation des odeurs
<b>Respecter les distances séparatrices minimales du Guide MRF</b>	En éloignant les lieux d'entreposage des résidences et des autres éléments environnants, on diminue le risque que les odeurs émises par les MRF soient perçues par le voisinage
Éviter de stocker des MRF dans l'axe des vents dominants des habitations voisines	Même si les distances séparatrices minimales sont respectées, il faut parfois considérer la faible dilution des odeurs émises lorsque les vents sont faibles et qu'elles sont transportées sur d'importantes distances. Le choix d'un emplacement de recharge ou d'un éloignement additionnel évitera bien des soucis si la présence de vents dominants ou de corridors défavorables est confirmée par le producteur agricole, par les statistiques météorologiques ou par un aéroport à proximité.
Amas au champ : choisir un site bien drainé	En choisissant un site à topographie uniforme ou ayant un très bon égouttement de surface, on évitera l'accumulation d'eau sous l'amas qui peut causer la reprise des odeurs. Par ailleurs, il faut éviter les sols très perméables, qui pourraient entraîner les éléments nutritifs vers les eaux souterraines, et éviter les sites en pente, exposés au ruissellement <sup>1</sup> .
Choisir un emplacement situé à l'abri des regards	Les odeurs peuvent susciter des réactions émotives. Même s'il ne s'agit pas de la source d'un épisode d'odeurs, un amas visible depuis les habitations voisines et la route sera plus facilement associé à cet événement qu'un amas peu apparent au fond d'un champ ou derrière des obstacles naturels. De plus, ces obstacles agiront comme une barrière bloquant la propagation d'odeurs (voir point suivant).
Choisir un lieu à proximité d'une haie brise-vent ou d'une bande boisée	Les haies brise-vent font partie des aménagements éprouvés pour réduire non seulement la propagation d'odeurs en production animale (figure 3.1), mais aussi la dispersion des poussières et des aérosols de même que les bruits. De plus, les haies brise-vent embellissent le paysage avoisinant <sup>2</sup> , ce qui peut donner une image plus favorable des activités agricoles (ex. : le cas des élevages porcins) <sup>3</sup> .
Privilégier un site où il n'y a pas d'habitations voisines en contrebas	La présence d'habitations situées près de vallées ou de cavités ou encore au pied de coteaux accroît les risques d'épisodes d'odeurs en période de faible turbulence de l'air, puisque les nuages d'odeurs peuvent se déplacer vers ces habitations avec un minimum de dilution <sup>4</sup> .

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 3.1:**

1. USEPA (2000a).
2. MAPAQ (2005a).
3. Tyndall et Colletti (2007).
4. WEF et ASCE (1995).

**FIGURE 3.1: REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA TURBULENCE ET DE LA ZONE POTENTIELLE DE DILUTION D'ODEURS D'UNE HAIE BRISE-VENT**



La lettre H signifie « multiplication par la hauteur de la haie brise-vent » (adapté de Tyndall et Colletti, 2007).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## 3.1.2 Période d'entreposage

En période d'entreposage, il est important de retenir qu'un temps chaud et humide provoque davantage le dégagement d'odeurs incommodantes, parce que l'activité microbienne dans la matière est accrue en période de canicule et que les substances malodorantes ont tendance à se déplacer sous forme de nuages quand le vent est particulièrement faible. La figure 3.2 détaille le potentiel de nuisance olfactive en fonction des facteurs externes d'entreposage ou d'épandage.

**FIGURE 3.2 : POTENTIEL DE NUISANCE OLFACTIVE EN MILIEU AGRICOLE, SELON LES FACTEURS EXTERNES APPLICABLES**

Général	Détail	Potentiel de nuisance olfactive		
		Faible	Modéré	Élevé
Période de l'année	Printemps			
	Été			
	Automne/hiver			
Période de la semaine	Jour de la semaine			
	Fin de semaine			
	Jour férié			
Période de la journée	Tôt le matin			
	Avant-midi			
	Midi			
	Après-midi			
	Soir			
	Nuit			
Vent	Aucun vent			
	Vent léger			
	Vent fort			
Humidité	Faible			
	Élevée (basse pression)			
	Pendant précipitations			

Adapté de Environnement Canada (2001).

Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter l'entreposage des MRF pendant une partie ou la totalité de la période estivale, il est important de porter attention aux changements pouvant survenir dans l'évolution des odeurs émises et, idéalement, de sélectionner des sites présentant des éléments de mitigation adaptés (tableau 3.1), en maximisant notamment leur éloignement des voisins. Dans certains cas particuliers où le risque d'incommoder les voisins pendant la saison chaude est considéré comme important, des mesures ciblées seront parfois nécessaires, comme un traitement complémentaire chez le générateur (ex.: traitement alcalin, compostage, hydrolyse bactérienne, ajout d'ACEB; voir tableaux 2.6 et 2.7), des méthodes d'atténuation au champ (ex.: encapsulation ou recouvrement de l'amas; voir tableau 3.1) ou un autre mode de gestion, adopté temporairement (compostage, valorisation énergétique).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



### 3.1.3 Plan de communication et affichage

Les gestes de sensibilisation et d'information sont essentiels pour améliorer l'acceptabilité sociale du recyclage agricole des matières fertilisantes malodorantes<sup>45</sup>. Pour maintenir de bonnes relations avec le voisinage, lorsqu'un projet d'entreposage implique des MRF plus odorantes, le gestionnaire spécialisé doit informer les municipalités et les voisins avant le début des livraisons. La nature et le calendrier des activités prévues doivent être décrits par écrit ou par téléphone (voir Guide MRF).

Les épisodes d'odeurs étant habituellement mieux supportés par les voisins lorsqu'ils sont avertis de la nature passagère d'un épisode à venir<sup>46</sup>, ces séances d'information permettent de discuter du projet et peuvent être l'occasion de désamorcer les craintes de certains. Les odeurs des MRF diffèrent des odeurs plus familières en milieu agricole comme celles du fumier solide et du lisier, ce qui peut susciter des inquiétudes chez certains voisins (section 1). Si ces craintes persistent, cela pourra compromettre l'acceptabilité du projet. En effet, **il est parfois obligatoire d'obtenir l'autorisation des voisins**, selon les conditions définies dans le Guide MRF (ex. : pour réduire les distances séparatrices minimales par rapport à une maison d'habitation lors de l'entreposage et de l'épandage).

Une étude récente de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) sur la production porcine révèle toutefois qu'un plan de communication à lui seul ne suffit pas à améliorer la perception des activités agricoles par les citoyens situés à proximité. **Il faut combiner le plan de communication avec de bonnes pratiques ayant un effet réel sur la réduction des odeurs**<sup>47</sup>.

Au site d'entreposage de MRF, toute voie carrossable doit être munie d'une affiche indiquant le type de MRF présent et les coordonnées du gestionnaire spécialisé, y compris un numéro de téléphone avec une boîte vocale accessible en tout temps, idéalement reliée à un système de messagerie. Lors de la réception d'une plainte, **il est essentiel de la traiter rapidement, de prendre des moyens nécessaires pour contrôler les odeurs responsables de l'événement, d'éviter qu'elles réapparaissent et de faire un suivi auprès du plaignant, sans oublier d'aviser le MDDELCC selon les délais prévus au Guide MRF**. Il est important de noter les conditions météorologiques ayant cours au moment où la nuisance a été constatée par le plaignant, pour prévoir et prévenir d'autres épisodes d'odeurs en conditions similaires.

Pendant la période d'entreposage, surtout s'il fait très chaud, il est important que le gestionnaire ou le producteur agricole fassent un **suivi préventif des sites où les MRF sont entreposées pour détecter rapidement l'apparition de facteurs de risque**, tels que l'accumulation de lixiviat ou l'intensification des odeurs à proximité des matières entreposées. Si la collaboration des voisins a pu être obtenue lors de la mise en place du plan de communication, il est même possible de **leur demander de signaler ou de noter des épisodes d'odeurs** qui peuvent avoir lieu hors des heures habituelles de travail, c'est-à-dire tôt le matin, en soirée ou la fin de semaine.

## 3.2 MÉTHODES DE MITIGATION

### 3.2.1 Entreposage en amas au champ

La majorité des projets de recyclage agricole de MRF comporte une étape d'entreposage en amas au champ, qui dure de quelques jours à quelques mois. Lorsqu'il est possible de choisir entre la gestion des MRF sous forme liquide ou solide, **la gestion sous forme solide doit être privilégiée, car en plus d'être moins coûteuse, elle réduit les risques d'émission d'odeurs**. Entre autres, cette diminution des risques s'explique par l'assèchement qui se produit graduellement à la surface des amas stockés au champ<sup>48</sup>.

<sup>45</sup> Lemay (2008).

<sup>46</sup> FPPQ (2005), Brisson et al. (2009).

<sup>47</sup> Lemay (2008).

<sup>48</sup> USEPA (2000a).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Le périmètre de déchargement devrait être clairement défini par l'installation préalable de repères visuels (ex. : drapeaux) et, si possible, sa position devrait être déterminée par GPS, car ce périmètre est positionné en fonction des distances séparatrices minimales (voir Guide MRF). Avant de quitter le périmètre de déchargement, le transporteur doit s'assurer que la benne est adéquatement vide, refermée et complètement étanche. Avant de quitter la parcelle sur laquelle se trouve la zone d'entreposage, il doit s'assurer qu'aucune MRF ne se trouve sur les pneus ou sur l'extérieur du camion, et corriger la situation si nécessaire. La figure 3.3 illustre le déchargement de biosolides municipaux dans la zone délimitée par les drapeaux.

**FIGURE 3.3 : DÉCHARGEMENT DE MRF POUR UN ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP (BIOSOLIDES D'ÉTANG DÉSHYDRATÉS)**



Même si le choix d'un bon site pour un amas au champ évitera bien des soucis (tableau 3.1), il est important d'appliquer des méthodes préventives de livraison et d'entreposage qui réduiront notamment l'humidification de la matière et l'accumulation d'eau stagnante autour de la matière entreposée. Le tableau 3.2 décrit ces mesures préventives et leur effet sur l'atténuation des odeurs émises par les MRF entreposées en amas au champ. Lorsque cela est nécessaire, des méthodes éprouvées de recouvrement des amas aideront à limiter efficacement les dégagements d'odeurs (tableau 3.3).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 3.2: ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP - MESURES PRÉVENTIVES À APPLIQUER POUR LIMITER LES ODEURS**

Mesures préventives et bonnes pratiques	Effet sur la mitigation des odeurs
Donner à l'amas une forme haute et étroite <sup>1</sup>	En réduisant le ratio surface/volume de l'amas, la surface dégageant des odeurs sera limitée, ainsi que son exposition aux précipitations. De plus, l'emprise au sol sera réduite.
Rapprocher le point de déchargement du camion le plus possible des matières déjà livrées	En évitant la formation de cuvettes entre les amas livrés, on diminue les zones d'eau stagnante qui sont en contact avec les MRF et qui constituent la principale source d'odeurs pendant l'entreposage.
Réduire la durée d'entreposage autant que possible pour les amas à proximité d'habitations voisines, surtout pendant l'été	Cette mesure raccourcit la période où les voisins peuvent être incommodés par les mauvaises odeurs.
Réduire au minimum la vitesse de déchargement; lorsque la matière est très granulaire, éviter de décharger par grand vent	En déchargeant lentement, on évite de soulever de fines poussières risquant de transporter des odeurs au loin.
Pour les biosolides traités par séchage thermique: Protéger la matière contre les précipitations	Le maintien de la matière au sec évite sa réactivation microbienne, source de mauvaises odeurs.
Limitier la durée d'entreposage si un remouillage de la matière est suspecté	Épandre le plus vite possible la matière humidifiée, ou encore isoler les parties touchées de l'amas, permet d'éviter que le remouillage atteigne l'ensemble de l'amas.

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 3.2:**

1. Jabin, Naud et Côté (2006).



**LÉGENDE** Bonnes pratiques    Pratiques obligatoires



**TABLEAU 3.3: ENTREPOSAGE EN AMAS AU CHAMP - TECHNOLOGIES DE MITIGATION ÉPROUVÉES POUR LIMITER LES ODEURS**

Technologies	Avantages	Inconvénients	Efficacité	Coût relatif
<b>Toile<sup>1</sup></b> Bâche plastique (voir figures 3.4 et 3.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protège complètement contre les précipitations, donc contre la perte d'éléments fertilisants, et contre l'humidification de la matière qui pourrait générer des odeurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'imperméabilité de la toile limite les échanges gazeux. L'environnement plus favorable aux conditions anaérobies peut amplifier les mauvaises odeurs à la reprise de la MRF pour son épandage.</li> <li>La méthode est peu sécuritaire pour celui qui doit circuler sur l'amas dans le but de placer et de retirer la toile (figure 3.4).</li> <li>La toile s'envole facilement au vent; doit être solidement ancrée.</li> <li>Une toile en plastique génère un déchet encombrant et non réutilisable.</li> <li>Pour les MRF traitées par séchage thermique, une réhumidification peut stimuler l'activité microbienne. Le réchauffement qui s'en suit peut entraîner leur combustion lors de leur recouvrement en raison de l'imperméabilité de la toile.</li> </ul>	- à ++	+ à ++
<b>Résidus papetiers<sup>1</sup></b> Résidus de désencrage chaulants ou biosolides primaires (voir figure 3.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protègent partiellement contre les précipitations, donc contre la perte d'éléments fertilisants, et contre l'humidification de la matière qui pourrait générer des odeurs.</li> <li>Réduisent efficacement les odeurs en limitant les mouvements d'air en surface.</li> <li>Nécessitent un investissement réduit; pour usage temporaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le matériau d'encapsulation doit être épandu avec la MRF, ce qui doit être prévu au plan de fertilisation.</li> <li>Le produit n'est parfois pas disponible localement.</li> <li>La couche d'au moins 30 cm doit être appliquée avec un équipement spécialisé, comme une souffeuse à neige ou une pelle mécanique.</li> <li>L'obtention d'un statut de MRF pour les résidus papetiers peut nécessiter des démarches auprès du MDDELCC.</li> </ul>	+ à ++	+
<b>Paille</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produit un effet rapide; permet d'intervenir rapidement pour réduire les odeurs à un niveau acceptable.</li> <li>Nécessite un investissement réduit; pour un usage temporaire.</li> <li>Ne requiert pas d'ancrage, ni de manutention directe à la reprise; ne génère pas de déchet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le matériau d'encapsulation doit être épandu avec la MRF, ce qui doit être prévu au plan de fertilisation.</li> <li>La paille ainsi que l'équipement pour la souffler doivent pouvoir être trouvés localement.</li> <li>La résistance au vent est variable.</li> </ul>	+ à ++	+ à ++
<b>Compost<sup>2</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduit efficacement les odeurs en limitant les mouvements d'air en surface et agit comme biofiltre<sup>3</sup>.</li> <li>Nécessite un investissement réduit; pour usage temporaire.</li> <li>Ne requiert pas d'ancrage, ni de manutention directe à la reprise; ne génère pas de déchet.</li> <li>Possède une résistance au vent comparable à celle d'une toile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le matériau d'encapsulation doit être épandu avec la MRF, ce qui doit être prévu au plan de fertilisation.</li> <li>La mise en place sur l'amas requiert un équipement mécanique (ex.: pelle mécanique).</li> <li>Le produit est parfois coûteux ou non disponible localement.</li> <li>L'obtention d'un statut de MRF pour le compost peut nécessiter des démarches auprès du MDDELCC.</li> </ul>	+ à ++	+ à ++
<b>Bran de scie<sup>4</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduit efficacement les odeurs en limitant les mouvements d'air en surface et agit comme biofiltre.</li> <li>Nécessite un investissement réduit; pour usage temporaire.</li> <li>Ne requiert pas d'ancrage, ni de manutention directe à la reprise; ne génère pas de déchet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le matériau d'encapsulation doit être épandu avec la MRF, ce qui doit être prévu au plan de fertilisation.</li> <li>La résistance au vent est incertaine (risque d'être emporté).</li> <li>La mise en place sur l'amas requiert un équipement mécanique (ex.: souffeuse à neige)</li> <li>Le produit est coûteux.</li> </ul>	+ à ++	++ à +++

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 3.3:**

1. MDDEP (2012).
2. Composts du Québec (communication personnelle).
3. San Joaquin Valley (2013).
4. Biogénie (communication personnelle).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 3.4 : MISE EN PLACE D'UNE TOILE SUR UN AMAS AU CHAMP DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX**



**Note** L'utilisateur doit circuler souvent sur les amas pour mettre la toile en place.

**FIGURE 3.5 : AMAS AU CHAMP DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX RECOUVERTS D'UNE TOILE**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 3.6 : ENCAPSULATION D'UN AMAS DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX AVEC DES RÉSIDUS DE DÉSENCRAGE**



### 3.2.2 Entreposage en structure étanche

Même si ce type d'entreposage occupe une faible proportion des cas d'entreposage de MRF sur le territoire québécois, on aura recours à des structures étanches d'entreposage lorsque: 1) **les caractéristiques physiques des MRF sont incompatibles avec un entreposage au champ** (siccité trop faible ou matière qui s'affaisse une fois le déchargement terminé); 2) les conditions météorologiques<sup>49</sup> ne permettent pas la circulation des camions, ou encore leur passage risque de compacter le sol et d'entraîner l'accumulation d'importants volumes d'eau, provoquant des risques de ruissellement.

Même si moins de 1% des projets de recyclage de MRF ont mené à des plaintes<sup>50</sup>, ce mode d'entreposage requiert une attention particulière pour limiter les nuisances olfactives, puisque 40% des plaintes reçues en 2012 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) pour des activités de recyclage de MRF impliquaient les ouvrages de stockage étanches de biosolides municipaux ou agroalimentaires de catégorie O3.

Les structures d'entreposage étanches qui sont généralement utilisées sont des plates-formes à fumier solide, des réservoirs à lisier (figure 3.7) ou des structures construites spécialement pour l'entreposage de MRF. La vidange partielle ou complète des matières entreposées est effectuée lors des périodes d'épandage.

Quand on le compare à l'entreposage de MRF directement sur les terres agricoles, l'emploi de structures étanches d'entreposage présente une contrainte incontournable: celles-ci ne peuvent pas être déplacées. En effet, la nature permanente de ces installations signifie que le lieu d'où les odeurs sont susceptibles d'être émises pendant l'entreposage ne peut être déplacé l'année suivante. De plus, les structures d'entreposage déjà présentes sont typiquement aménagées à proximité des structures d'élevage, lesquelles sont souvent près d'habitations voisines. Les voisins incommodés peuvent développer une sensibilité ou une intolérance accrue qui se manifesterà lors d'épisodes subséquents, malgré une diminution de la durée, de la fréquence et/ou de l'intensité des épisodes.

<sup>49</sup> Ces situations sont parfois imprévisibles, comme les épisodes de fortes pluies, ou surviennent de manière saisonnière et plus prévisible, comme l'hiver ou la période de dégel.

<sup>50</sup> MDDEFP (2014).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Un autre enjeu lié aux structures étanches est qu'elles sont couramment utilisées pour l'entreposage d'un mélange de MRF. Certains projets prévoient également l'utilisation de structures d'entreposage employées pour l'élevage, en mélangeant fumier solide et MRF. Les motifs derrière ces mélanges peuvent être d'améliorer les propriétés des matières, par exemple pour obtenir une valeur fertilisante plus équilibrée, de faciliter l'épandage ou simplement de permettre le recyclage de volumes de MRF qui seraient trop restreints pour être entreposés et recyclés séparément. Toutefois, le mélange de MRF peut être en soi une cause de résurgence d'odeurs, en raison d'une réactivation microbienne lorsque le niveau de stabilisation des différentes MRF n'est pas le même.

### FIGURE 3.7: ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES EN STRUCTURE ÉTANCHE



Les facteurs externes qui interviennent dans le risque d'incommoder les voisins lors de l'entreposage de MRF en structure étanche sont les mêmes que ceux applicables pour les amas au champ (figure 3.2). Par ailleurs, il existe des situations où ce mode d'entreposage présente un risque accru de dégagement d'odeurs; dans ces cas, il est d'autant plus important d'utiliser des méthodes de livraison et d'entreposage qui empêchent la matière entreposée de produire et de dégager des odeurs (tableau 3.4).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 3.4: ENTREPOSAGE EN STRUCTURE ÉTANCHE - MESURES PRÉVENTIVES POUR LIMITER LES ODEURS**

Situation particulière et risque associé	Mesures préventives	Effet sur la mitigation des odeurs
Fosse (gestion sous forme liquide)		
<p><b>Ajout d'une MRF peu stabilisée à d'autres types de MRF:</b> La période de quelques jours à quelques semaines suivant l'ajout d'une nouvelle MRF au mélange entreposé est le moment où le dégagement d'odeurs est le plus probable<sup>1</sup>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir un suivi accru du lieu d'entreposage.</li> <li>Traiter le mélange entreposé par une méthode de stabilisation, tel le chaulage. Note: Un dégagement d'odeurs se manifeste rapidement, mais de manière temporaire, après l'ajout d'un produit alcalin, car l'azote minéral (ammoniac) devient volatil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détection plus rapide des situations à risque et mise en place de mesures correctives appropriées, le cas échéant.</li> <li>Interruption de l'activité microbienne et, par le fait même, du dégagement d'odeurs (voir les principes énoncés au tableau 2.3).</li> </ul>
<p><b>Entreposage à l'état semi-solide:</b> Des MRF semi-solides (siccité 10-15 %) sont difficiles à reprendre en fosse et dégagent plus longtemps des odeurs à l'épandage (voir encadré ci-après).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter les quantités de MRF entreposées, pour qu'elles soient liquides au moment de l'épandage (à une siccité maximale de 8 à 9 %), en ajoutant de l'eau si nécessaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La reprise et l'épandage sont plus faciles dans le cas d'un mélange liquide que dans celui d'un mélange semi-solide: atteinte de doses que l'on peut épandre avec l'équipement traditionnel.</li> <li>En séchant plus rapidement à l'épandage, les MRF dégagent des odeurs moins longtemps.</li> </ul>
Plate-forme (gestion sous forme solide)		
<p><b>Plate-forme sans toiture:</b> Le contact des précipitations avec les MRF est une source importante d'odeurs (voir aussi tableau 3.2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Donner une forme haute et étroite à l'amas pour minimiser la surface de contact et l'emprise au sol.</li> <li>Veiller au drainage rapide des précipitations vers le purot, s'il y en a un.</li> <li>Remonter l'amas au fur et à mesure des livraisons, à l'aide de la machinerie adaptée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction du contact prolongé entre les précipitations et les MRF.</li> </ul>

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 3.4:**

1. USEPA (2000a).

Lorsque l'émission d'odeurs présente un risque trop important ou qu'elle survient malgré l'application de mesures préventives, on aura recours à différentes technologies éprouvées. Avant de mettre en place l'une des bonnes pratiques proposées, il faut toujours demander aux autorités quelles sont les autorisations requises (ex.: une modification de CA).

Plusieurs technologies de mitigation qui sont décrites au tableau 3.5 impliquent la mise en place d'un matelas temporaire de matière organique flottant sur les MRF liquides: paille, compost ou mousse de tourbe. Contrairement aux déjections animales, qui sont parfois amenées par un conduit au fond de la structure étanche, les MRF sont déchargées par le dessus. Si des arrivages supplémentaires de MRF ont lieu après la mise en place du matelas flottant, l'ajout localisé de matériau de recouvrement (le même ou un autre) permettra de confiner les odeurs émises par ces zones fraîchement exposées. L'accessibilité des matériaux et des équipements requis pour étendre la couche temporaire est souvent le facteur décisif dans le choix du type de recouvrement.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## Limiter la siccité des MRF liquides

Des efforts pour limiter l'entrée des précipitations dans les fosses où se trouvent des déjections animales liquides sont nécessaires, mais pas toujours quand des MRF en gestion sous forme liquide y sont entreposées. Au contraire, l'ajout d'eau est souvent souhaitable pour faciliter leur mélange au moment de la reprise et de l'épandage. D'ailleurs, des consultants, des épandeurs à forfait et des producteurs agricoles ont remarqué une plus faible émission d'odeurs à l'épandage lorsque la siccité des MRF en gestion sous forme liquide se situe à moins de 8 ou 9%. Des agriculteurs et des entreprises d'épandage à forfait travaillant avec des MRF ont observé que lors de l'épandage, les MRF plus liquides sèchent rapidement, ce qui réduit les odeurs, alors que les MRF semi-solides forment des mottes qui dégagent des odeurs sur une plus longue période, surtout lorsqu'elles sont épandues en surface sur des prairies sans être incorporées au sol. Si les précipitations pendant la période d'entreposage n'ont pas suffi à diminuer la siccité au niveau recherché, l'ajout d'eau d'appoint au moment de la reprise corrigera la situation, ce qui augmentera cependant les volumes de matières à épandre et les coûts de recyclage.

Des observations semblables ont été effectuées en production porcine, où l'ammoniac est un composé malodorant majeur dans le lisier. Lors d'essais d'épandage au champ visant à évaluer l'effet de la dilution de lisier sur la volatilisation de l'ammoniac, il a été possible d'observer un effet inversement proportionnel entre l'ajout d'eau et les quantités d'azote volatilisé<sup>1</sup>. À une dilution volumique d'environ 1: 1 en eau par rapport au lisier, les pertes d'azote ont été réduites de 50% par comparaison au témoin non dilué. Ce niveau de dilution est important et a de grandes répercussions logistiques et économiques sur l'activité d'épandage. Cette étude confirme l'intérêt de ne pas dépasser un certain seuil de siccité des MRF liquides lors de l'épandage.

1. Frost (2006).



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 3.5: ENTREPOSAGE EN STRUCTURE ÉTANCHE - TECHNOLOGIES DE MITIGATION ÉPROUVÉES POUR LIMITER LES ODEURS**

Technologies	Avantages	Inconvénients	Efficacité	Coût relatif
Recouvrements permanents				
<b>Toiture rigide</b> <sup>1,2</sup> Béton, bois et/ou métal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avec des côtés fermés et un dispositif pour fermer la porte, permet la réduction des distances séparatrices si toiture étanche.</li> <li>Bloque les précipitations: avantageux lors de l'entreposage sous forme solide.</li> <li>Réduction du brassage d'air en surface, ce qui provoque moins de formation de composés malodorants.</li> <li>Pertes d'azote réduites: amélioration de la valeur fertilisante azotée du mélange.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloque les précipitations: désavantageux lors de l'entreposage sous forme liquide, où il faut souvent ajouter de l'eau au mélange.</li> <li>Peut nuire aux déchargements et à la reprise.</li> <li>Si toiture absente sur la fosse en place, coût d'installation trop élevé pour la plupart des projets de recyclage de MRF à court terme.</li> <li>Peut entraîner l'accumulation de gaz nocifs sous la toiture: accès limité au personnel formé en raison du risque associé.</li> </ul>	+++	Installation +++ Entretien +
<b>Toile gonflable</b> <sup>3</sup> ou <b>flottante</b> <sup>4,5</sup> (figures 3.8 et 3.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet la réduction des distances séparatrices.</li> <li>Réduction du brassage d'air en surface, ce qui provoque moins de formation de composés malodorants.</li> <li>Pertes d'azote réduites: amélioration de la valeur fertilisante azotée du mélange.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convient seulement à des MRF déjà liquides à la livraison (siccité ≤ 12%).</li> <li>Design actuel non éprouvé pour les déchargements de surface.</li> <li>Requiert une pompe murale à jet surbaissé pour la reprise.</li> <li>Accès électrique requis et aménagement d'équipements permanents (ex.: gonflement de la toile ou évacuation des précipitations et du biogaz).</li> <li>Bien qu'un peu plus économique qu'une toiture rigide, si elle est absente sur la fosse en place, le coût d'installation sera quand même trop élevé pour la plupart des projets de recyclage de MRF à court terme.</li> <li>Peut entraîner l'accumulation de gaz nocifs sous la toiture: accès limité au personnel formé en raison du risque associé.</li> </ul>	+++	Installation +++ Entretien +
Recouvrements temporaires pour MRF liquides				
<b>Matelas organique flottant</b> <sup>6,7,8</sup> de paille (figure 3.10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laisse passer les précipitations.</li> <li>Peut être mis en place pendant la période estivale, qui présente un plus fort risque d'odeurs.</li> <li>La paille adsorbe les composés malodorants, dont l'ammoniac, qui sont dégradés en partie par les microorganismes vivant sur la paille<sup>9</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Application avec ensieur adapté ou avec souffleuse.</li> <li>Demande quelques essais pour trouver la bonne épaisseur et la bonne longueur de fibres.</li> <li>La paille peut couler rapidement dans un climat pluvieux comme au Québec: durée maximale du matelas de 1 à 3 mois.</li> <li>La paille peut couler lors des déchargements de MRF: nécessité de souffler de nouveau pendant la saison.</li> <li>Peut augmenter la siccité de façon indésirable lorsque le matelas doit être remplacé trop souvent.</li> <li>Solution à court terme, temporaire, à réserver aux mois d'été.</li> <li>Les matelas organiques qui restent en place pendant l'hiver peuvent ralentir le dégel de la matière et retarder les épandages au printemps.</li> </ul>	++	Installation - à + Entretien -
<b>Matelas organique flottant de compost</b> <sup>10</sup> ou de <b>tourbe</b> <sup>11</sup> (figure 3.11)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laisse passer les précipitations.</li> <li>Réduction du mouvement de l'air à la surface du mélange.</li> <li>Peut être mis en place pendant la période estivale, qui présente de plus forts risques d'odeurs.</li> <li>Adsorption des composés azotés et réduction de la volatilisation de l'ammoniac.</li> <li>Biodégradation de l'ammoniac et du méthane par des microorganismes présents dans la tourbe et le compost<sup>12,13</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite de l'équipement spécialisé pour souffler le matériau sur la fosse (ex.: souffleuse).</li> <li>Demande quelques essais pour trouver la bonne technique d'application et la bonne épaisseur.</li> <li>Le matériau en vrac peut être coûteux ou difficile à obtenir en quantités suffisantes.</li> <li>Le matelas peut couler rapidement dans un climat pluvieux comme celui du Québec.</li> <li>Le matelas peut couler lors des déchargements de MRF: nécessité de souffler de nouveau pendant la saison.</li> <li>Solution à court terme, temporaire, à réserver aux mois d'été.</li> <li>Les matelas organiques qui restent en place pendant l'hiver peuvent ralentir le dégel de la matière et retarder les épandages au printemps.</li> </ul>	++	Installation - à + Entretien -
<b>Matelas organique flottant de bran de scie</b> <sup>14</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laisse passer les précipitations.</li> <li>Réduction du mouvement de l'air à la surface du mélange.</li> <li>Matériau en vrac facilement disponible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flotte moins longtemps qu'un matelas de paille.</li> <li>La mise en place peut être difficile, car l'équipement de livraison n'est pas toujours adapté à la configuration de la structure d'entreposage.</li> <li>Le matelas peut couler lors des déchargements de MRF: nécessité de souffler de nouveau pendant la saison.</li> <li>Coûteux et peu durable: à réserver aux cas où de la paille ou d'autres matériaux ne peuvent pas être obtenus localement.</li> </ul>	++	Installation ++ Entretien -

**LÉGENDE** Bonnes pratiques    Pratiques obligatoires



**TABLEAU 3.5: ENTREPOSAGE EN STRUCTURE ÉTANCHE - TECHNOLOGIES DE MITIGATION ÉPROUVÉES POUR LIMITER LES ODEURS (SUITE)**

Technologies	Avantages	Inconvénients	Efficacité	Coût relatif
Additifs				
<b>Traitement alcalin<sup>15</sup></b> <b>Chaulage partiel pour désodoriser ou chaulage plus complet pour désodoriser et hygiéniser</b> (figure 3.12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effet rapide (en quelques heures).</li> <li>• La quantité de chaux apportée n'est généralement pas assez grande pour rendre le mélange chaulant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production de poussières pendant le chaulage.</li> <li>• Libération temporaire d'ammoniac et odeurs plus intenses pendant le brassage et le chaulage.</li> <li>• Réduction de la teneur en azote du contenu de la fosse (perte d'éléments nutritifs).</li> <li>• Stabilisation réversible; le pH peut redescendre avec le temps.</li> <li>• Dégradation des installations en béton.</li> </ul>	++	Installation - Entretien ++

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 3.5:**

1. Roy (2007).
2. CDPQ (2005).
3. FPPQ (2002).
4. Brochard (2008).
5. English et Fleming (2006).
6. Roy (2007).
7. FPPQ (2006).
8. English et Fleming (2006).
9. Clanton et al. (2001).
10. Biogénie (communication personnelle).
11. Portejoie et al. (2003).
12. UPA (2012).
13. FPPQ (2006).
14. Biogénie (communication personnelle).
15. MDDEP (2012): modalités de pH à atteindre et durées à respecter.

**FIGURE 3.8: ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES DANS UNE FOSSE AVEC UNE TOILE FLOTTANTE**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 3.9 : DISPOSITIF POUR REPRISSE DES MATIÈRES ENTREPOSÉES SOUS UNE TOILE FLOTTANTE (LISIER DE PORC, SUR CETTE ILLUSTRATION)**



**FIGURE 3.10 : ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES AVEC MATELAS FLOTTANT DE PAILLE**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 3.11: ENTREPOSAGE DE MRF LIQUIDES AVEC MATELAS FLOTTANT DE COMPOST**



**FIGURE 3.12: CHAULAGE ET BRASSAGE D'UNE FOSSE CONTENANT DES MRF LIQUIDES**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# 4.0 Reprise et épandage

L'épandage sur les champs agricoles est la dernière étape du cycle de vie des MRF. Cette période correspond au moment où la matière est reprise du lieu d'entreposage pour être retournée au sol et y apporter les éléments fertilisants ainsi que la matière organique qu'elle contient.

Sur une courte période, qui va de quelques heures à quelques jours, une importante quantité de MRF sera manipulée, puis épandue sur des superficies de terrain de plusieurs hectares à la fois. Peu importe le type d'odeurs et leur intensité, c'est à ce moment que le plus grand nombre de voisins est susceptible d'être incommodé. Même si la grande majorité des projets d'épandage de MRF est effectuée sans créer de nuisance au point d'incommoder le voisinage, environ la moitié des plaintes enregistrées au MDDEFP en 2012 pour des activités de recyclage agricole de MRF concernaient l'épandage<sup>51</sup>. Cependant, il faut garder à l'esprit que les quantités de MRF épandues au Québec (environ 1,15 million de tonnes en 2012) sont modestes en comparaison des 35 millions de tonnes de fumiers solides et de lisiers<sup>52</sup>. Les odeurs font donc partie du paysage agricole en période d'épandage, qu'elles proviennent des MRF ou de déjections animales.

## 4.1 ÉTAPES DE PLANIFICATION

Malgré toutes les précautions et les bonnes pratiques, un certain niveau d'odeurs est parfois difficile à éviter, mais leur intensité pourra être diminuée par l'implantation d'une bonne planification du chantier d'épandage et d'une communication ouverte entre le gestionnaire et le producteur agricole. En sélectionnant adéquatement le site d'épandage et les mesures de mitigation à utiliser, en étant conscient du risque associé à certaines périodes d'épandage et en appliquant un plan de communication préventif avec la collectivité, on contrôle mieux les risques d'incommoder le voisinage. Au terme de cette planification, le producteur agricole aura en main son plan agroenvironnemental de recyclage (PAER), qui établit les distances séparatrices minimales à respecter et les mesures préventives, pour éviter de créer des nuisances.

### 4.1.1 Choix du site d'épandage

Le site d'épandage est généralement choisi en même temps que le site d'entreposage, et il doit également respecter les distances séparatrices minimales définies selon la catégorie d'odeur de la matière (Guide MRF). Le choix du champ se fera d'abord en fonction des besoins en éléments fertilisants que les MRF sont en mesure de combler. Par exemple, une MRF chaulante sera épandue sur un sol dont le pH a besoin d'être rehaussé, et une MRF riche en phosphore le sera sur un sol pauvre en cet élément ou dans une culture dont les besoins en phosphore sont élevés. Pour établir une collaboration durable avec le producteur agricole et réduire le risque d'incommoder les voisins, des mesures de mitigation des odeurs doivent ensuite être considérées lors de la sélection des sites d'épandage des MRF (tableau 4.1), même si cela réduit ou reporte la disponibilité des superficies où des activités d'épandage seront réalisées.

<sup>51</sup> MDDEFP (2014).

<sup>52</sup> *Ibid.*

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 4.1: CHOIX D'UN SITE D'ÉPANDAGE - ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION POUR LIMITER LES ODEURS**

Situation particulière du site choisi	Mesure préventive	Effet sur la mitigation des odeurs
<b>Application des exigences du Guide MRF</b>	<b>Distances séparatrices minimales ou autorisation préalable</b>	En éloignant des maisons d'habitation les activités d'épandage de MRF malodorantes ou très malodorantes, on réduit le risque que les odeurs émises par les MRF soient perçues par le voisinage.
Le gestionnaire détermine qu'il y a un risque significatif: près d'un secteur sensible <sup>1</sup> ou situé dans une vallée avec des habitations voisines en contrebas.	• Augmenter les distances séparatrices	En évitant l'épandage de MRF très malodorantes dans les secteurs sensibles ou densément peuplés, on diminue le nombre de personnes exposées.
	• Porter une attention particulière au calendrier d'épandage	En planifiant adéquatement la période d'épandage, on maximise la dilution et la dispersion des odeurs émises (voir section 4.1.2 ci-après).
	• Prévoir une incorporation rapide des MRF au sol	En incorporant plus rapidement les MRF, on diminue la durée d'émission d'odeurs (voir section 4.2 ci-après).
	• Préparer un plan de communication adapté au secteur concerné	Les épisodes d'odeurs sont habituellement mieux supportés par les voisins lorsque ceux-ci sont avertis de leur nature passagère <sup>2</sup> .
	• Si plusieurs MRF sont disponibles, utiliser les matières moins odorantes	On diminue le risque en évitant l'épandage des matières plus malodorantes près de ces secteurs.
Les MRF seront entreposées sur un champ séparé des sites d'épandage.	• Si possible, agencer les sites pour que les équipements d'épandage circulent sur les champs et les chemins de ferme	En évitant de circuler sur les voies publiques, on diminue notamment le risque que les odeurs émises par les MRF soient perçues par le voisinage.
	• Si les équipements doivent circuler sur un chemin public, commencer l'épandage dans les sections les plus éloignées du chemin	En ne circulant pas sur les secteurs fraîchement fertilisés, on évite de salir les roues avant qu'elles retournent sur les voies publiques et on se conforme plus facilement à la réglementation (voir section 2.4).

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 4.1:**

1. USEPA (2000a): on fait ici référence aux villes, villages, écoles et parcs densément peuplés et déjà reconnus comme sensibles ou susceptibles d'être sensibles aux nuisances associées notamment aux odeurs.
2. FPPQ (2005), Lemay (2008), Brisson et al. (2009).

### 4.1.2 Période de reprise et d'épandage : plan de communication

Pendant cette étape de planification, le plan de communication à prévoir ainsi que l'évaluation des facteurs externes contribuant à l'émission d'odeurs sont comparables à ceux que l'on associe déjà à l'étape de l'entreposage (section 3.1). Au Québec, la plupart des chantiers d'épandage de MRF sont terminés en quelques jours et ont lieu au printemps ou à l'automne, par exemple pour les fumiers solides et les lisiers. Toutefois, il arrive que des épandages se déroulent pendant l'été, particulièrement sur des prairies. Dans ce cas, les MRF sont généralement laissées en surface, pour ne pas endommager la culture pérenne.

Les émissions d'odeurs créent généralement moins de nuisances à l'automne qu'au printemps, mais il vaut mieux devancer un chantier d'épandage au printemps pour éviter d'épandre pendant l'été, lorsque la situation le permet; on limite ainsi le nombre de personnes exposées aux odeurs, car les fenêtres ouvertes et l'augmentation des activités extérieures rendent parfois le voisinage moins tolérant aux épisodes d'odeurs, notamment la fin de semaine et les jours fériés. À titre préventif, les municipalités ont le droit d'interdire l'épandage de déjections animales et de MRF, comme les biosolides, pendant un certain nombre de jours dans l'année (voir section 1.1). Lorsqu'un épandage a lieu en été, il faut porter une attention particulière à la période de reprise et d'épandage (voir figure 3.2) ou ultimement éviter l'emploi de MRF fortement malodorantes si le secteur concerné est jugé plus sensible, c'est-à-dire si l'emploi de ces MRF est susceptible de mener à des plaintes (voir tableau 4.1).

Même s'il est parfois possible de planifier un chantier d'épandage à quelques jours de préavis, les prévisions météorologiques peuvent être incertaines et il reste souvent très peu de latitude dans le calendrier d'épandage pour choisir le moment optimal. La planification repose davantage sur les besoins des cultures, les périodes optimales pour circuler sur les parcelles et la disponibilité des MRF.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



Lorsque le calendrier d'épandage le permet, il faut privilégier les matinées fraîches de journées ensoleillées, avec un vent modéré (figure 3.2) qui éloigne les odeurs des secteurs habités et des voisins situés aux limites immédiates des distances séparatrices minimales, et il faut éviter les chantiers d'épandage lors de temps chaud, lourd et humide. Il faut de plus éviter l'épandage de MRF avant une forte pluie, pour limiter les pertes d'éléments fertilisants par ruissellement. Par contre, une faible pluie peu de temps après une activité d'épandage permettra de rabattre les odeurs en favorisant l'infiltration des MRF dans les couches inférieures du sol.

## 4.2 MÉTHODES DE MITIGATION

Dans les cas où l'épandage d'une MRF malodorante doit se faire dans un secteur sensible (tableau 4.1) ou si la période d'épandage présente un risque significatif d'incommoder le voisinage (figure 3.2), des mesures de mitigation additionnelles peuvent être nécessaires, particulièrement lorsque ces activités se déroulent à proximité de résidences situées aux limites immédiates des distances séparatrices minimales. L'efficacité de la méthode utilisée et de son exécution devra être évaluée continuellement, pour que l'on soit en mesure de la modifier rapidement, au besoin.

### 4.2.1 Reprise

La reprise implique la manutention des matières pour faciliter le chargement et le transfert dans l'épandeur (figure 4.1). En gestion sous forme liquide, l'étape de la manutention correspond au brassage des matières servant à rendre le mélange uniforme, avant le pompage par les citernes d'épandage. Cette étape peut être une importante source d'odeur en raison des émissions gazeuses et de la dispersion de fines gouttelettes dans l'air.

Dans le cas de la gestion des MRF sous forme solide, une manipulation de la matière peut être effectuée pour rendre l'amas plus compact. Cette étape facilite la reprise faite avec la machinerie, mais peut générer des désagréments olfactifs, surtout si les vents dominants soufflent en direction des maisons voisines. Le tableau 4.2 présente des mesures préventives pour minimiser les odeurs lors de la reprise et du transport, selon le mode de gestion (sous forme liquide ou solide).

**TABLEAU 4.2: REPRIS DES MRF - MESURES PRÉVENTIVES POUR LIMITER LES ODEURS**

Situation particulière lors de la reprise	Mesures préventives	Effet sur la mitigation des odeurs
Brassage d'un mélange liquide	* Minimiser la durée du brassage en ayant recours à du personnel qualifié qui utilisera la quantité et le type d'équipements adaptés à l'installation	En agissant rapidement, on réduit la durée de l'émission d'odeurs.
	* Si la journée s'annonce ensoleillée, il sera préférable de brasser le mélange le matin	On profite du réchauffement matinal de l'air qui transporte les odeurs vers le haut, avant leur dilution.
	* Si nécessaire, ajouter de l'eau avant le brassage pour que le mélange atteigne une siccité inférieure à 9 %	Sous ce seuil de siccité, on diminue le potentiel d'émission d'odeurs des MRF épandues à l'état liquide (voir section 3.2.2).
Reprise d'un amas solide (voir figure 4.1)	* Commencer par ouvrir l'amas du côté qui est le moins exposé aux habitations	En éloignant du voisinage la surface fraîchement exposée, on réduit le risque que les odeurs émises soient perçues par le voisinage.
	* Ouvrir l'amas sur la moins grande superficie possible à la fois	En évitant de retirer la croûte de surface dès le départ, on réduit la superficie de l'amas qui émet des odeurs.
Chargement de l'épandeur	* Ne pas dépasser la capacité de l'épandeur, pour éviter les débordements sur les équipements et le sol environnant <sup>1</sup>	Même s'il ne s'agit pas d'une source majeure d'odeurs, la présence de MRF sur la voie publique est interdite <sup>2</sup> et peut occasionner une détérioration des relations avec les voisins. Le circuit emprunté par les équipements aura été planifié au préalable (voir tableau 4.1).

#### NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 4.2:

1. Burns (2010).

2. Code de la sécurité routière (LRQ, chap. C-24.2, art. 498), Loi sur la qualité de l'environnement (LRQ, chap. Q-2, art. 20).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 4.1: REPRISE D'UN AMAS DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX AU PRINTEMPS**



## 4.2.2 Épandage

Au Québec, des rampes d'épandage basses sont requises pour fertiliser les terres agricoles avec des déjections animales liquides<sup>53</sup> ou avec des MRF liquides qui ne sont pas complètement désinfectées et qui sont souvent malodorantes<sup>54</sup> (figure 4.2). Pourvu qu'elles soient disponibles, les rampes d'épandage munies de pendillards sont les plus efficaces pour limiter les odeurs émises lors de l'épandage de MRF liquides, car elles diminuent sensiblement la formation et la projection de fines gouttelettes dans l'air environnant. Avec ces équipements, les fertilisants organiques liquides seront typiquement déposés directement sur le sol; selon le type de pendillard utilisé, il sera possible de réduire sensiblement ou même d'éliminer les distances séparatrices minimales d'épandage établies en fonction de la catégorie d'odeur d'une MRF liquide. Les figures 4.3 et 4.4 montrent une activité d'épandage d'une MRF solide.

<sup>53</sup> Règlement sur les exploitations agricoles (RLRQ, chap. Q-2, r. 26, art. 32).

<sup>54</sup> MDDEP (2012).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**FIGURE 4.2 : ÉPANDAGE DE MRF EN GESTION SOUS FORME LIQUIDE**



**FIGURE 4.3 : ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX AU PRINTEMPS AVANT LES SEMIS**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



## FIGURE 4.4: ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES MUNICIPAUX À L'AUTOMNE SUR UNE PRAIRIE



Après l'étape d'épandage à l'aide des équipements requis, l'emploi d'outils aratoires complémentaires est un très bon moyen de mitigation des odeurs, particulièrement si un mélange semi-liquide de MRF est épandu. L'incorporation *rapide* des MRF fraîchement épandues (en moins de quelques heures) réduit significativement les odeurs<sup>55</sup>. Par comparaison, l'incorporation *immédiate* des MRF au sol est très efficace pour limiter les odeurs émises, mais est difficile à réaliser du point de vue de la logistique, car deux tracteurs et deux opérateurs sont requis simultanément dans le même champ, et l'outil aratoire (ex.: une herse à disque) doit être adapté à la cadence de l'épandeur. Malgré ces contraintes, l'incorporation *immédiate* peut s'avérer une solution adaptée aux épandages qui se font dans des contextes particulièrement sensibles.

En plus de réduire les pertes d'éléments fertilisants, les équipements aratoires les plus performants peuvent effectuer un bon mélange d'engrais organique et de sol. Cette incorporation au sol réduit l'évaporation des composés malodorants et augmente leur absorption par les particules du sol, favorisant une assimilation plus rapide par les microorganismes du sol et le système racinaire des plantes. Cette pratique est parfois obligatoire pour le recyclage de certaines MRF, alors qu'il s'agit seulement d'une bonne pratique dans d'autres cas.

Le tableau 4.3 présente l'efficacité des outils aratoires dont l'utilisation pour incorporer les MRF liquides et solides<sup>56</sup>, les fumiers solides<sup>57</sup> ou les lisiers<sup>58</sup> est la plus courante et la mieux démontrée. D'autres outils aratoires qui peuvent également s'avérer efficaces n'ont pas fait l'objet d'une évaluation formelle ou sont à l'étape du développement expérimental; cette remarque s'applique particulièrement à l'épandage en bandes et en travail réduit ou à l'injection de matières liquides sur des prairies<sup>59</sup>.

<sup>55</sup> MAPAQ (2006).

<sup>56</sup> Payne (2009).

<sup>57</sup> Burns (2010).

<sup>58</sup> Hanna et al. (2000), Burns (2010), Maguire et al. (2011).

<sup>59</sup> Brandt et al. (2011).

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



**TABLEAU 4.3 : INCORPORATION AU SOL - EFFICACITÉ D'OUTILS ARATOIRES COURANTS POUR LIMITER LES ODEURS**

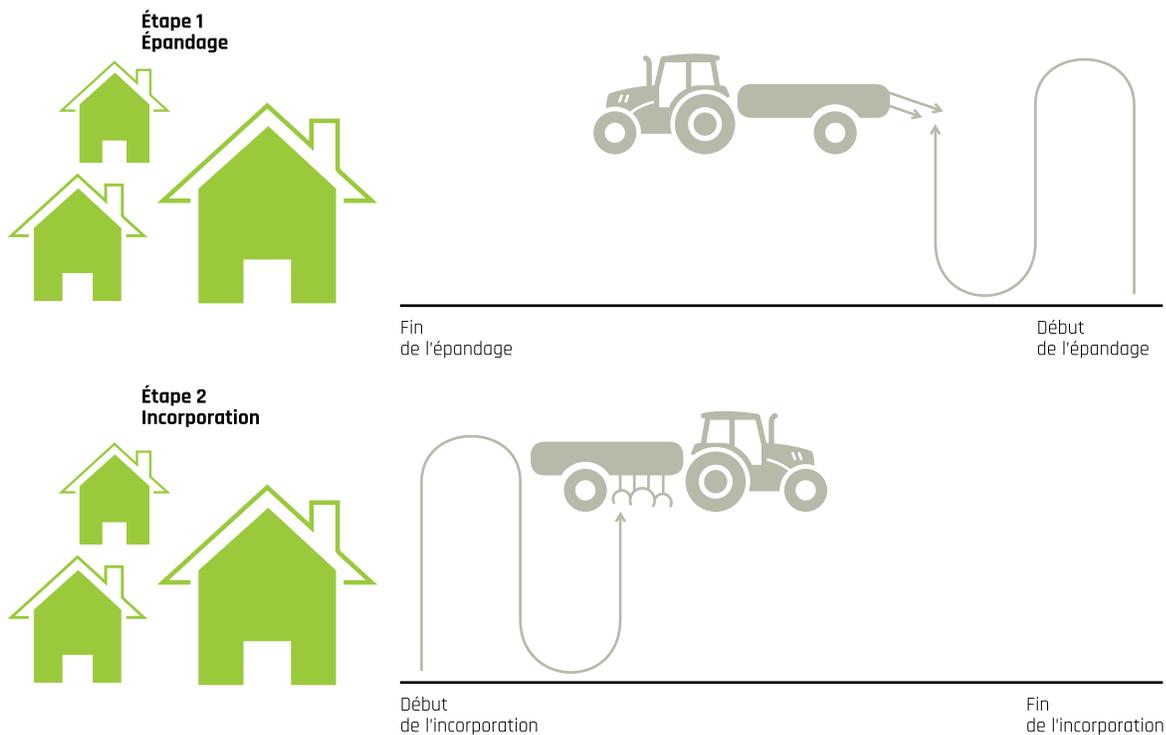
Outil aratoire d'incorporation	Efficacité <sup>1,2</sup> pour limiter les odeurs	Cadence d'incorporation <sup>3</sup>
Aucun outil; laissé en surface	-	S. O.
Chisel	+	Rapide
Herse à disque	++	Rapide
Charrue	++	Lente
Injection (liquide)	+++	Lente, mais incorporation et épandage simultanés

**NOTES EXPLICATIVES DU TABLEAU 4.3:**

1. Référence comparative: épandage sans incorporation = - (pas d'efficacité); aucune activité d'épandage = +++ (efficacité maximale).
2. Adapté de: Hanna et al. (2000), Payne (2009), Burns (2010), Brandt et al. (2011), MDDEP (2012).
3. MAPAQ (2005b).

Lorsque l'épandage des MRF plus malodorantes comprend une étape subséquente d'incorporation au sol, il est recommandé de commencer les travaux d'épandage dans les parties du champ qui sont les plus éloignées des habitations voisines et d'aller vers les sections plus près des habitations, pour ensuite procéder à l'incorporation en repartant de la zone située près des habitations et en se dirigeant vers le fond du champ (voir figure 4.5); cela réduit la période pendant laquelle les résidences à proximité risquent d'être exposées aux odeurs. Cette pratique est cependant difficile à appliquer aux grands champs qui ont plusieurs dizaines d'hectares.

**FIGURE 4.5 : TRAJETS D'ÉPANDAGE ET D'INCORPORATION VISANT À LIMITER LES NUISANCES POUR LES VOISINS**



**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# 5.0 Conclusion

La filière du recyclage agricole des MRF est une voie de valorisation intéressante pour plusieurs acteurs locaux. L'importance d'appliquer adéquatement les normes réglementaires et les critères environnementaux ainsi que de limiter les pertes en éléments fertilisants doit demeurer au centre des préoccupations du générateur, du producteur agricole ainsi que de l'ensemble des collaborateurs concernés.

Par ailleurs, c'est en restant vigilant et en prenant les moyens nécessaires pour limiter les odeurs susceptibles d'être produites par les MRF lors de leur recyclage agricole que l'ensemble des intervenants contribue au maintien d'un environnement socialement acceptable pour la communauté et assure la pérennité de cette filière.

**Chez le générateur:** S'il est en mesure d'utiliser des technologies qui réduisent la fermentescibilité des matières et qui permettent d'atteindre un niveau de stabilité et de siccité maximal, le générateur aura fourni une importante part des efforts nécessaires pour limiter les odeurs produites par les MRF en milieu agricole et ses efforts profiteront à l'ensemble des sites où se dérouleront les activités de recyclage agricole. Lors de sa production de MRF, le générateur devra maintenir ses activités de traitement à un niveau de performance optimal. Il devra aussi avoir formé le personnel pour que celui-ci soit en mesure de déceler rapidement les événements pouvant augmenter le potentiel d'émission d'odeurs des MRF; le personnel pourra ainsi corriger rapidement le problème et aviser le gestionnaire spécialisé de la situation.

**En milieu agricole:** Les critères environnementaux ont été élaborés pour que les distances séparatrices minimales par rapport aux habitations intègrent le potentiel d'émission d'odeurs d'une MRF selon sa provenance et selon le traitement appliqué par le générateur. Malgré ces barèmes génériques, qui sont des mesures préventives adéquates dans la grande majorité des projets de recyclage, divers éléments peuvent modifier la prévisibilité des odeurs de MRF émises et éventuellement perçues par les personnes habitant à proximité. Pour limiter le risque, une communication ouverte entre le gestionnaire spécialisé et le producteur agricole ainsi qu'une évaluation des différentes parcelles disponibles pour les activités d'épandage permettront d'appliquer des mesures de mitigation adaptées au milieu environnant.

Au moment de sélectionner un site d'entreposage pour une MRF, il faudra tenir compte du calendrier d'entreposage et des parcelles où seront ultérieurement épandues les MRF. L'éloignement du site par rapport aux habitations voisines pourra, selon le jugement des gestionnaires spécialisés, être supérieur aux distances séparatrices minimales à respecter selon le Guide MRF. À moins qu'elles soient imposées comme mesures préventives de mitigation, des méthodes de recouvrement efficaces seront utilisées de manière volontaire dans des situations jugées plus à risque.

En prévision des activités d'épandage, une évaluation continue des conditions météorologiques et du contexte local permettra d'agir efficacement et promptement au moment de la reprise des MRF entreposées. Selon la nature des MRF, l'emplacement des parcelles par rapport aux habitations voisines et les conditions météorologiques, l'emploi d'outils aratoires réduira efficacement la durée et l'intensité des odeurs émises par les MRF épandues.

Ce guide n'a pas pour objectif de dicter les mesures à appliquer pour contrôler l'émission des odeurs. Il vise plutôt à faire connaître les pratiques et les méthodes éprouvées pour réduire la production d'odeurs, en présentant les forces et les faiblesses de chacune. En comprenant mieux les phénomènes liés à la production d'odeurs et les facteurs qui amplifient le caractère incommodant de celles-ci pour la communauté, l'ensemble des intervenants concernés pourra, nous l'espérons, revoir ses méthodes et prioriser les actions nécessaires pour minimiser les nuisances de façon efficace et rentable.

**LÉGENDE** Bonnes pratiques Pratiques obligatoires



# Glossaire

**Aérobic** : En présence d'oxygène.

**Anaérobic** : En absence d'oxygène.

**Biofiltre** : Installation permettant de réduire les odeurs par le passage du gaz à traiter au travers d'un matériau granulaire (ex. : écorces, racines) sur lequel sont fixés des micro-organismes épurateurs.

**Biogaz** : Gaz combustible résultant du processus de dégradation biologique (fermentation) des matières organiques en l'absence d'oxygène. Sa forte proportion de méthane peut varier selon les matières et les conditions. Il est libéré naturellement, mais peut être produit dans des conditions contrôlées dans des digesteurs. Une fois capté, il peut être valorisé, car il constitue une source d'énergie pouvant se substituer à l'énergie fossile. Le biogaz peut être purifié pour faire du biométhane, qui a des propriétés similaires au gaz naturel.

**Biométhanisation** : Procédé de recyclage biologique des matières organiques putrescibles par des microorganismes en absence d'oxygène. Appelé également digestion anaérobie, fermentation méthanique ou méthanisation, ce processus de traitement produit un résidu appelé digestat ainsi que du biogaz.

**Biosolides** : Matériel solide, semi-solide ou liquide qui résulte du traitement des boues des eaux usées municipales ou industrielles et qui contient des matières organiques ou des éléments nutritifs nécessaires aux cultures. À la différence des boues, les biosolides ont subi un traitement pour diminuer ou éliminer les organismes pathogènes. Ils sont utilisés comme amendements organiques des sols ou comme sources d'éléments fertilisants (engrais).

**Biosolides municipaux** : Biosolide provenant du traitement des boues municipales (CAN/BNQ 0413-400/2009).

**Biosolides primaires** : Biosolide provenant du traitement des boues primaires, c'est-à-dire des boues issues d'une première décantation des matières en suspension qui se déposent au fond d'un bassin. Ces boues sont ensuite récupérées par raclage, puis envoyées dans des épaisseurs. Voir également «Biosolide».

**Biosolides secondaires** : Biosolide provenant du traitement des boues secondaires issues du traitement biologique des eaux usées, c'est-à-dire que des bactéries présentes dans les eaux usées sont utilisées pour dégrader les matières dans des milieux aérobies (où il y a présence d'oxygène) tels des bassins d'aération.

**Boues physicochimiques** : Biosolides primaires auxquels des réactifs ont été ajoutés pour former des particules agglomérées et faciliter, à l'aide d'une étape de déshydratation, la séparation entre les solides et les particules dissoutes. Voir *Biosolides primaires*.

**Boues primaires** : voir *Biosolides primaires*.

**Boues secondaires** : Matières extraites des eaux usées, après un traitement de stabilisation par voie biologique (traitement secondaire). Voir *Biosolides secondaires*.

**Compostage** : Procédé de traitement biologique qui permet la biodégradation (biooxydation) des matières organiques, sous l'action de microorganismes aérobies (vivant en présence d'oxygène). Les matières organiques sont d'abord mélangées à des agents structurants (ex. : copeaux de bois) pour en favoriser l'aération, puis placées en andains, en piles ou dans un réacteur. On obtient le compost après l'atteinte d'une phase thermophile (température entre 45 °C et 70 °C) et après une phase subséquente de maturation.

**Digestat** : Résidu brut « digéré », liquide, semi-solide ou solide, issu de la biométhanisation de matières organiques. Il est constitué de matières organiques partiellement désodorisées et dégradées. Pour être recyclé, il peut être épandu comme amendement de sol (tel quel), ou subir un traitement subséquent (ex. : compostage, déshydratation, séchage, granulation) avant son recyclage.

**Décantation (ADEME, 2003)** : Séparation obtenue en laissant se déposer, sous l'effet de la gravité et de l'absence de mouvement ou de la réduction de vitesse, un solide ou un liquide en suspension au sein d'un autre liquide de densité inférieure.



**Déjections animales (Règlement sur les exploitations agricoles):** Urine et matières fécales d'animaux. Sont assimilées aux déjections animales les litières utilisées comme absorbants, les eaux souillées et les eaux de précipitations qui sont entrées en contact avec les déjections.

**Déshydratation (Degrémont, 1989):** Action consistant à extraire l'eau des boues à l'aide de techniques diverses.

**Digestion anaérobie:** Voir *Biométhanisation*.

**Éléments fertilisants:** voir *Nutriments*.

**Engrais (Loi sur les engrais):** Substance ou mélange de substances, contenant de l'azote, du phosphore, du potassium ainsi que tout autre élément nutritif des plantes, fabriqué ou vendu à ce titre ou représenté comme tel.

**Étangs aérés (Degrémont, 1989):** Grands bassins oxygénés par des aérateurs pour traiter des eaux usées. Ils sont habituellement suivis de bassins ou de zones sans aération pour favoriser la décantation des matières en suspension. Aussi appelés lagunes aérées.

**Fermentation:** Décomposition de certaines substances organiques grâce à des microorganismes (levures, bactéries ou moisissures), en absence d'oxygène. Il existe différents processus de fermentation pour le traitement des matières organiques, dont la fermentation méthanique, aussi appelée biométhanisation.

**Fermentescible:** Dont la composition favorise la fermentation.

**Floculant (Degrémont, 1989):** Tout agent apte à promouvoir l'agrégation des matières en suspension dans les boues. Des agents tels les polymères organiques sont inclus dans cette définition.

**Flottateur (ADEME, 2003):** Méthode de séparation qui met à profit la différence de densité entre un liquide dans lequel on injecte de fines bulles d'air et une matière capable de fixer ces bulles pour venir flotter en surface: les graisses, par exemple, sont facilement extraites par cette méthode.

**Fumier solide (Règlement sur les exploitations agricoles, adapté):** Déjections animales devenues à l'état solide, par l'utilisation d'une quantité suffisante de litière ou par un autre moyen permettant d'atteindre une siccité supérieure à 15%.

**Hydrolyse acide ou basique:** Réaction chimique qui réduit la taille des chaînes moléculaires de matières organiques par ajouts d'acides (H+) ou de bases (HO-).

**Hygiénisation (Ademe, 2003):** Traitement par des procédés physiques ou chimiques, qui réduit à un niveau non détectable la présence de tous les microorganismes pathogènes dans un milieu.

**Lixiviât:** Liquide résiduel produit par l'infiltration d'eau ou d'autres liquides à travers une masse de matières lors de leur entreposage ou à l'une ou l'autre des étapes de traitement.

**Matière résiduelle (Loi sur la qualité de l'environnement):** Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon.

**Matières résiduelles fertilisantes - MRF (Guide recyclage MRF):** Matière résiduelle dont l'emploi est destiné à entretenir ou à améliorer, séparément ou simultanément, la nutrition des végétaux, ainsi que les propriétés physiques et chimiques et l'activité biologique des sols.

**Mature:** Se dit d'un compost qui, lorsqu'il est utilisé comme amendement organique, ne présente pas d'effet phytotoxique découlant, par exemple, de l'immobilisation de l'azote ou de l'anaérobiose (CAN/BNQ 0413-200/2005).

Note: Le terme maturité est aussi couramment utilisé en compostage pour exprimer cet état

**Microorganismes:** Organismes invisibles à l'œil nu, tels les bactéries, les champignons microscopiques, les protozoaires et les nématodes microscopiques. Les virus sont souvent inclus dans ce regroupement, même s'ils ne sont pas considérés comme vivants.

**Mitigation:** Moyen susceptible d'éliminer ou de réduire les impacts négatifs sur l'environnement d'une activité, et mis en place au début ou en cours de sa réalisation.



**Nutriments** : Éléments essentiels à la vie des plantes, les principaux étant l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le soufre (S). En agriculture, les nutriments proviennent généralement du sol, des engrais organiques ou des engrais de synthèse.

**Odeur (USEPA, 2000a)** : Sensation ressentie par un individu lorsqu'il inhale un ensemble de molécules qui sont ensuite détectées par le système olfactif.

- Un **odorant** correspond aux molécules présentes dans l'air et qui déclenchent cette sensation. Par souci de simplicité, le terme *odeur* est préféré à *odorant*.
- Le **caractère** ou le **ton hédonique** d'un odorant est la qualité sensorielle à laquelle une description est associée : *chou, poisson avarié, œuf pourri, putride, irritant, sous-bois, doux, piquant, musqué, etc.*
- L'**intensité** d'un odorant est la puissance de sa perception. Une mesure de cette force est déterminée en comparant des échantillons standards de *n-butanol dilué avec de l'air inodore*.

**Pasteurisation** : Ce traitement vise à détruire les organismes pathogènes par l'application de chaleur (70 °C pendant plus d'une heure).

**Septique (Degrémont, 1989)** : État où une décomposition anaérobie a lieu.

**Siccité** : Teneur en matière sèche d'une matière, exprimée en pourcentage, sur base humide.

**Stabilisation** : Processus qui mène à l'obtention d'une matière stable. Voir *Mature*.



# Bibliographie

- ADLER, E.** (2007). *Le maire et les boues d'épuration: guide pratique pour les collectivités locales*, Saint-Genis-les-Ollières (France) Association des maires de France, 98 p.
- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE (ADEME)** (2003). *Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture*, dossier documentaire, 58 p. et annexes.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE)** (2007). *Management of Manure Odors*, [Rapport EP379.4], 4 p.
- AMORCE** (2012). *Boues de station d'épuration: techniques de traitement, valorisation et élimination*, série technique DT 51, Amorce, 36 p.
- BINGBOURÉ, J.-M.** (1997). *Prétraitement acide pour l'amélioration de la stabilisation des boues digérées par voie aérobie*, Mémoire, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, 188 p. [\[En ligne\]](#).
- BLANCHARD, D., et C. FOULDS** (2006). « Un protocole pour évaluer l'effet des additifs sur la réduction des odeurs à l'épandage », *Porc Québec*, octobre 2006, p. 41-44. [\[En ligne\]](#).
- BRANDT, R. C. et al.** (2011). « Field Olfactometry Assessment of Dairy Manure Land Application Methods », *Journal of Environmental Quality*, vol. 40, n° 2 (2011), p. 431-437. [\[En ligne\]](#).
- BRISSON, G. et al.** (2009). *La ferme porcine et son impact sur la qualité de vie des populations en milieu rural*, INSPQ, 78 p.
- BROCHARD, H.** (2008). « Une toile accommodante: Ferme Izalco, Saint-François-Xavier-de-Brompton », *Porc Québec*, avril 2008, p. 30-34. [\[En ligne\]](#).
- BROCHARD, H.** (2014). « Nos matières organiques, or vert renouvelable », *L'Utiliterre*, juin 2014, p. 44-47. [\[En ligne\]](#).
- BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC (BNQ)** (2005). Norme nationale du Canada: *Amendements organiques - Composts* (BNQ 0413-200), 27 p.
- BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC (BNQ)** (2009). Norme nationale du Canada: *Amendements de sols - Biosolides municipaux alcalins ou séchés* (BNQ 0413-400), 32 p.
- BUREAU, M.-A.** (2004). *Stabilisation et traitement électrochimique des boues d'épuration municipales et industrielles*, Mémoire, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, 123 p. [\[En ligne\]](#).
- BURNS, R.** (2010). « Swine Manure Land Application Practices to Minimize Odors », *Pork Information Gateway*. [\[En ligne\]](#).
- CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DU PORC DU QUÉBEC (CDPQ)** (2005). *Recouvrement de l'ouvrage de stockage*, CDPQ et MAPAQ, 2 p. [\[En ligne\]](#).
- CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC (CRAAQ)** (2013). *Guide de référence en fertilisation*, 2<sup>e</sup> édition actualisée, L.-É. Parent et G. Gagné (dir. sc.), CRAAQ, 479 p.
- CHOPY, X.** (2012). *La digestion des boues d'épuration: situation et potentiel d'optimisation - rapport final*, Mémoire présenté à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), Suisse, 92 p.
- CLANTON, C. J. et al.** (2001). « Geotextile Fabric-Straw Manure Storage Covers for Odor, Hydrogen Sulfide, and Ammonia Control », *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 17, n° 6, p. 849-858.



**DEGRÉMONT** (1989). *Mémento technique de l'eau*, tomes 1 et 2, 9<sup>e</sup> édition, Lavoisier, 1 459 p.

**ENGLISH, S., et R. FLEMING** (2006). *Liquid Manure Storage Covers*, University de Guelph, Ridgetown Campus, 18 p. [\[En ligne\]](#).

**ENVIRONNEMENT CANADA** (2001), *Best Management Practices: Agricultural Waste Management Booklet*, 50 p. [\[En ligne\]](#).

**FÉDÉRATION CANADIENNE DES MUNICIPALITÉS (FCM) et CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES CANADA (CNRC)** (2003). *Optimisation d'une station d'épuration des eaux usées*, 60 p. [\[En ligne\]](#).

**FÉDÉRATION CANADIENNE DES MUNICIPALITÉS (FCM) et CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES CANADA (CNRC)** (2005). *Programmes de qualité pour la gestion des biosolides*, 50 p. [\[En ligne\]](#).

**FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE PORCS DU QUÉBEC (FPPQ)** (2002). *Les toitures sur les fosses à lisier*, 6 p. [\[En ligne\]](#).

**FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE PORCS DU QUÉBEC (FPPQ)** (2005). *Réduction des odeurs du bâtiment au champ*, 8 p. [\[En ligne\]](#).

**FÉDÉRATION DES PRODUCTEURS DE PORCS DU QUÉBEC (FPPQ)** (2006). *Matelas de paille flottant*, 2 p. [\[En ligne\]](#).

**FROST, J. P.** (2006). « Effect of Spreading Method, Application Rate and Dilution on Ammonia Volatilization from Cattle Slurry », *Grass and Forage Science*, Agricultural Research Institute of Northern Ireland, Hillsborough (Royaume-Uni), vol. 49, n° 4, avril 2006, p. 391-400.

**GINGRAS B. et al.** (2003). « Odeurs - Chapitre 19 », dans M. Guérin et al. (dir.), *Environnement et santé publique - Fondements et pratiques*, Acton Vale et Paris, Edisem et Tec & Doc, p. 499-515. [\[En ligne\]](#).

**GIRARD, M. et al.** (2014). *Odeur en agriculture: caractérisation, réduction et traitement*, IRDA, communication présentée dans le Séminaire Odeur 2014, 13 et 14 mars 2014, Québec.

**GROENEVELD, E., et M. HÉBERT** (2002). « Perceptions d'odeur des matières résiduelles fertilisantes en comparaison avec les engrais de ferme », *Vecteur Environnement*, vol. 35, n° 3, p. 22-26.

**GROENEVELD, E., et M. HÉBERT** (2007). *Odeurs des MRF et des fumiers*, MDDELCC. [\[En ligne\]](#).

**GUINGAND, N.** (1999). « Nuisances olfactives de la porcherie à l'épandage », *Ingénieries-EAT*, n° 20, p. 47-55. [\[En ligne\]](#).

**HANNA, H. M. et al.** (2000). « Manure Incorporation Equipment Effects on Odor, Residue Cover, and Crop Yield », *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 16, n° 6, p. 621-627. [\[En ligne\]](#).

**HEBER, A. J. et al.** (2001). *Laboratory Testing of Commercial Manure Additives for Swine Odor Control*, C. L. Tengman, A. K. Gralapp et R. N. Goodwin, editors, 187 p.

**HÉBERT, M.** (2014). « Odeurs des matières organiques: système de classification par le MDDEFP », *Vecteur Environnement*, mars 2014, p. 49-55. [\[En ligne\]](#).

**HIGGINS, M. J. et al.** (2003). « Mechanisms of Volatile Sulfur Compound and Odor Production in Digested Biosolids », dans *Proceedings of Water Environment Federation - Residuals and Biosolids Conference, Baltimore* (Maryland). [\[En ligne\]](#).

**HIGGINS, M. J.** (2010). *Evaluation of Aluminium and Iron Addition During Conditioning and Dewatering for Odor Control - Phase IV*, [Rapport O3-CTS-9T], WARF, 64 p. [\[En ligne\]](#).

**JOBIN, C. et al.** (2006). *Aménagement des amas de fumier au champ: feuillet technique*, MAPAQ et IRDA, 12 p.



- LAVOIE, J. et al.** (2004). *Évaluation de l'impact des additifs de lisier sur l'exposition des travailleurs et l'atténuation des odeurs*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), [Rapport R-376], 35 p. [\[En ligne\]](#).
- LEMAY, S. P.** (2008). « Mesure de l'acceptabilité sociale de deux techniques d'épandage de lisier de porc combinées à une séance d'information », 13 pages, dans *Colloque en agroenvironnement – Le respect de l'environnement : tout simplement essentiel*, Drummondville, CRAAQ et IRDA, 27 novembre 2008. [\[En ligne\]](#).
- MAGUIRE, R. O. et al.** (2011). « Manure Application Technology in Reduced Tillage and Forage Systems: A review », *Journal of Environmental Quality*, vol. 40, n° 2, p. 292-301. [\[En ligne\]](#).
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ)** (2005a). *Écrans brise-odeurs*, 2 p. [\[En ligne\]](#).
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ)** (2005b). *Cultiver avec les bons outils*, 8 p. [\[En ligne\]](#).
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ)** (2006). *Incorporation du lisier*, 2 p. [\[En ligne\]](#).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP)** (2014). *Bilan 2012 du recyclage des matières résiduelles fertilisantes*, Québec, MDDEFP, Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, 40 p. [\[En ligne\]](#).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP)** (2011). *Lignes directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation*, Québec, MDDEP, Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, 57 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP)** (2012). *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes : critères de référence et normes réglementaires*, Québec, MDDEP, 170 p. [\[En ligne\]](#). Son addenda n° 5. [\[En ligne\]](#).
- PAIN, B. F., et J.V. KLARENBECK** (1988). « Anglo-Dutch Experiments on Odour and Ammonia Emissions from Landspreading Livestock Wastes », [Rapport de recherche 88-2], Wageningen, IMAG, 36 p., cité dans N. Guingand (1999).
- PAYNE, M.** (2009). *Incorporation des matières prescrites liquides et solides*, MAAARO, 8 p. [\[En ligne\]](#).
- PORTEJOIE, S. et al.** (2003). « Effect of Covering Pig Slurry Stores on the Ammonia Emission Processes Bioresource », *Technology*, vol. 87, p. 199-207.
- RDWI AIR** (2005). *Odour Management in British Columbia: Review and Recommendations*, [Rapport final], projet n° W05-1108, Ministère de la Protection de l'eau, de la terre et de l'air, ISBN : 0-7726-5386-0, 277 p. [\[En ligne\]](#).
- ROY, J.** (2007). « Éliminer les odeurs grâce à des matelas de paille », *Porc Québec*, octobre 2007, p. 32-33. [\[En ligne\]](#).
- SAN JOAQUIN VALLEY AIR POLLUTION CONTROL DISTRICT** (2013). *Greenwaste Compost Site Emissions Reductions from Solar-powered Aeration and Biofilter Layer*, Air Pollution Control District, 132 p. [\[En ligne\]](#).
- STEPHENSON ENVIRONMENTAL SERVICES LTD** (2012). « Report: Review of Effective Microorganisms (EM) and Bioaugmentation Factors for Wastewater and Biosolids Treatment », annexe E-11 de *Regional Municipality of Halton Biosolids Master Plan*, 19 p. [\[En ligne\]](#).



**TEPE, N. et al.** (2008). « Odor Control During Post-Digestion Processing of Biosolids Through Bioaugmentation of Anaerobic Digestion », *Water Science and Technology*, vol. 57, n° 4, p. 589-594.

**TYNDALL, J., et J. COLLETTI** (2007). « Mitigating Swine Odor with Strategically Designed Shelterbelt Systems: A review », *Agroforest Syst*, vol. 69, p. 4565.

**UNION DES PRODUCTEURS AGRICOLES DU QUÉBEC (UPA)** (2012). *Efficacité énergétique et énergies renouvelables, fiche technique: biofiltres*, 2 p.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)** (1985). *Odor and Corrosion Control in Sanitary Sewerage Systems and Treatment Plants*, [Rapport EPA/625/1-85/018], 132 p.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)** (2000a). *Guide to Field Storage of Biosolids and Other Organic By-Products Used in Agriculture and for Soil Resource Management*, USEPA, Office of Wastewater Management, [Rapport EPA/832-B-00-007], 134 p.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)** (2000b). *Biosolids and Residuals Management Fact Sheet: Odor Control in Biosolids Management*, USEPA, Office of Wastewater Management, [Rapport EPA 832-F-00-067], 16 p.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)** (2000c). *Biosolids Technology Fact Sheet: Alkaline Stabilization of Biosolids*, USEPA, Office of Wastewater Management, [Rapport EPA 832-F-00-052], 9 p.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA)** (2006). *Emerging Technologies for Biosolids Management*, USEPA, Office of Wastewater Management, [Rapport EPA 832- R-06-005], 135 p.

**WANG, L. K. et al.** (2007). *Biosolids Treatment Processes: Volume 6 (Handbook of Environmental Engineering)*, Humana Press, 810 p.

**WASTE & RESOURCES ACTION PROGRAMME (WRAP)** (2011). *Biofertiliser Management: Best Practice for Agronomic Benefit & Odour Control - Final Report*, code de projet: OAV036-210, 64 p.

**WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF)** (2004). *Thermal Drying of Wastewater Solids: White Paper*, Residual and Biosolids Committee - Bioenergy Technology Subcommittee, 12 p.

**WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF)** (2005). *National Manual of Good Practice for Biosolids*, National Biosolids Partnership, 348 p.

**WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF) et AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE)** (1995). *Odor Control in Wastewater Treatment Plants*, WEF Manual of practice n° 22, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice n° 82, ISBN: 1-881369-95-1, 282 p.

**WATER ENVIRONMENT RESEARCH FOUNDATION (WERF)** (2004). *Identifying and Controlling Odor in the Municipal Wastewater Environment. Phase 1: A Literature Review and Analysis*, WERF Project Number 00-HHE-5C, IWA Publishing, ISBN: 1-84339-708-0, 56 p.

**WATER ENVIRONMENT RESEARCH FOUNDATION (WERF)** (2008). *Identifying and Controlling Odor in the Municipal Wastewater Environment. Phase 3: Biosolids Processing Modifications for Cake Odor Reduction*, WERF Project Number 03-CTS-9T, IWA Publishing, ISBN: 1-84339-790-0, 332 p.

