



CEC
CCA
CCE

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Analyse des effets des matériaux couchés
compostables sur la qualité du compost et les
activités de compostage aux États-Unis et au Canada



Citer comme suit :

CCE (2026). *Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables. Analyse des effets des matériaux couchés compostables sur la qualité du compost et les activités de compostage aux États-Unis et au Canada*, Montréal, Canada. Commission de coopération environnementale, 82 pages.

La présente publication a été rédigée par Eunomia Research and Consulting, pour le Secrétariat de la Commission de coopération environnementale. La responsabilité de l'information qu'elle contient incombe aux auteurs, et cette information ne reflète pas nécessairement les vues de la CCE ou des gouvernements du Canada ou des États-Unis.

À propos des autrices :

Winn Cowman – consultante principal, Eunomia Research and Consulting

Ella Thirroueiz – consultante, Eunomia Research and Consulting

Le présent document peut être reproduit en tout ou en partie sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE souhaiterait néanmoins recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit dont le présent document a servi de source.

Sauf indication contraire, le contenu de cette publication est protégé en vertu d'une licence Creative Commons : Attribution, pas d'utilisation commerciale, pas d'œuvre dérivée.



© Commission de coopération environnementale, 2026

ISBN : 978-2-89700-415-6

Original en anglais – ISBN : 978-2-89700-414-9

Disponible en espagnol – ISBN : 978-2-89700-416-3

Photo de la page couverture : *Femme pratiquant l'agriculture verticale, par Anna Tarazevich, Pexels*

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2026

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2026

Renseignements sur la publication

Type de publication : publication de projet

Date de parution : Juin, 2026

Langue d'origine : anglais

Processus d'examen et d'assurance de la qualité :

Examen final par les parties : Avril, 2026

QA388

Projet : Plan opérationnel de 2021/*Transformation du recyclage et de la gestion des déchets solides en Amérique du Nord*

Renseignements supplémentaires :

Commission de coopération environnementale

1001, boulevard Robert-Bourassa, bureau 1620

Montréal (Québec) H3B 4L4

Canada

Tél. : 514 350-4300; téléc. : 438 701-1434

info@cec.org/www.cec.org

Table des matières

Table des matières	i
Liste des tableaux	ii
Liste des figures	iii
Liste des abréviations et des sigles	iv
Résumé	v
Sommaire	vi
Remerciements	ix
1. Contexte du projet pilote	10
1.1 Objet	10
1.2 Processus du projet pilote	11
1.3 Qualité du compost	12
1.4 Incidences sur l'exploitation	14
1.5 Installations d'essai	14
1.5.1 Méthode et critères de sélection des installations	14
1.5.2 Installation 1 : compostage en piles statiques aérées couvertes (PSAC)	17
1.5.3 Installation 2 : compostage en andains retournés (AR)	18
1.6 Matériaux mis à l'essai	20
2. Méthode et limites	21
2.1 Méthode du projet pilote	21
2.1.1 Élaboration de la méthode par dosage	24
2.1.2 Variabilité des sites d'essai	25
2.2 Limites du projet pilote	25
3. Principales constatations	27
3.1 Effets sur la qualité du compost	27
3.1.1 Propriétés chimiques	27
3.1.2 Propriétés biologiques et physiques	35
3.2 Effets sur l'exploitation des installations	37
3.3 Résultats de la désintégration	44
4. Conclusions et recommandations	51
Bibliographie	53
Annexe 1 : Méthode par dosage	56
Annexe 2 : Registres de données des établissements	73

Liste des tableaux

Tableau 1.1 – Conditions propices au compostage	15
Tableau 2.1 – Doses ajoutées à la pile DF de l'installation 1.....	22
Tableau 2.2 – Doses ajoutées à la pile DE de l'installation 1.....	22
Tableau 2.3 – Doses ajoutées à la pile DF de l'installation 2.....	23
Tableau 2.4 – Doses ajoutées à la pile DE de l'installation 2.....	23
Tableau 2.5 – Taux (%) de dosage en fonction du volume pour les piles DF et DE des installations 1 et 2.....	24
Tableau 2.6 – Variabilité des sites d'essai	25
Tableau 3.1 – Utilisation recommandée du compost à divers indices de nutriments selon le type de sol.....	34
Tableau 3.2 – Indices de nutriments du compost fini pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2.....	34
Tableau 3.3 – Rapports C/N du compost fini et des matières premières pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2.....	35
Tableau 3.4 – Teneur en matière organique (%) du compost fini pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2, en poids sec.....	35
Tableau 3.5 – Taux de dosage des images de la figure 3.10	41
Tableau 3.6 – Comparaison entre la visualisation des dosages de l'installation 1 et le taux de dosage réel.....	41
Tableau 3.7 – Comparaison entre la visualisation des dosages de l'installation 2 et le taux de dosage réel.....	41
Tableau 3.8 – Taux de désintégration basés sur le poids humide.....	45
Tableau 3.9 – Intervalles de confiance (IC) du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 1	46
Tableau 3.10 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 1	47
Tableau 3.11 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 2	48
Tableau 3.12 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 2	49
Tableau A1-1 – Étapes de la méthode d'essai par dosage, chronologie, et estimation de la main-d'œuvre et des heures de travail nécessaires.....	57
Tableau A1-2 – Matériel requis pour la méthode par dosage.....	63
Tableau A2-3 – Registre des températures quotidiennes des piles témoin, DF et DE (installation 1).....	73
Tableau A2-4 – Registre des températures quotidiennes des piles témoin, DF et DE (installation 2).....	76
Tableau A2-5 – Lectures périodiques de la teneur en humidité et en oxygène des piles témoin, DF et DE (installation 1).....	79
Tableau A2-6 – Lectures périodiques de la teneur en humidité et en oxygène des piles témoin, DF et DE (installation 2).....	79

Liste des figures

Figure 1 – Phases du processus du projet pilote	vi
Figure 1.1 – Phases du processus du projet pilote.....	11
Figure 1.2 – Processus de compostage de l'installation 1.....	18
Figure 1.3 – Processus de compostage de l'installation 2.....	20
Figure 3.1 – SPFA détectées dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 1, et limites indicatives	29
Figure 3.2 – SPFA détectées dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 2, et limites indicatives	30
Figure 3.3 – Teneur en humidité du compost fini dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2.....	31
Figure 3.4 – Teneur en humidité des matières premières dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2	32
Figure 3.5 – pH du compost fini dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2.....	32
Figure 3.6 – pH des matières premières dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2.....	33
Figure 3.7 – Présence de coliformes fécaux dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 1	36
Figure 3.8 – Présence de salmonelle dans les piles témoins, DF et DE de l'installation 1.....	37
Figure 3.9 – Exemple de matériaux d'emballage compostables à l'extérieur de la pile DE à l'installation 1	38
Figure 3.10 – Représentations visuelles du dosage	40
Figure 3.11 – Piles DF (à gauche) et DE (à droite) de l'installation 1 le jour du criblage, avant cette opération	42
Figure 3.12 – Piles DF (à gauche) et DE (à droite) de l'installation 2 le jour du criblage, avant cette opération	43
Figure 3.13 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 1	47
Figure 3.14 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 1	48
Figure 3.15 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 2	49
Figure 3.16 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 2	50
Figure 3.17 – Résidus de gobelet en papier couché APL (à gauche), de gobelet en papier couché double APL (au centre) et de bol en fibre couchée APL (à droite) trouvés dans la pile DF de l'installation 1	50

Liste des abréviations et des sigles

APFB	acide perfluorobutanoïque
APFO	acide perfluorooctanoïque
APL	acide polylactique
AR	andains retournés
ASTM	ASTM International (Advancing Standards Transforming Markets)
CCE	Commission de coopération environnementale
CFTP	Compostostable Field Testing Program (programme d'essais pratiques des matières compostables)
C/N	rapport carbone sur azote
CREF	Compost Research and Education Foundation (Fondation pour la recherche et l'éducation sur le compostage)
DE	dose élevée
DF	dose faible
EPA	Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)
IC	intervalle de confiance
kg	kilogramme(s)
NPP	nombre le plus probable
PFPeA	acide perfluoropentanoïque
PFPeS	acide perfluoropentane sulfonique
PFRP	processes to further reduce pathogens (processus visant à réduire davantage les agents pathogènes)
PHA	polyhydroxyalcanoate
PT	pile témoin
PSA	pile statique aérée
PSAC	pile statique aérée couverte
SC	Santé Canada
SPFA	substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées
STA	Seal of Testing Assurance (sceau d'assurance qualité des essais)
TMECC	Test Method for the Examination of Composting and Compost (TMECC, méthode d'essai pour l'examen du compostage et du compost)
vg3	verge cube
µg	microgramme(s)

Résumé

Le présent rapport vient compléter les trois études marquantes préparées pour la Commission de coopération environnementale (CCE) dans le cadre du projet intitulé [*Transformation du recyclage et de la gestion des déchets solides en Amérique du Nord*](#).

Un projet pilote s'est déroulé de mars 2025 à juillet 2025 dans deux installations de compostage aux États-Unis dans le but de déterminer si les installations de compostage aérobie existantes peuvent efficacement traiter les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres couchées certifiées compostables, sans que ces emballages nuisent à la qualité du compost. Nous avons également examiné la façon dont les deux installations pilotes – chacune utilisant une méthode de compostage différente : la méthode en piles statiques aérées couvertes (PSAC), et la méthode en andains retournés (AR) – gèrent et traitent les matériaux d'emballage compostables, les coûts supplémentaires occasionnés, les défis d'exploitation que pose l'inclusion de ces matériaux, et leur désintégration dans le compost.

Ce projet devait permettre de comprendre les effets de l'ajout d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables sur l'exploitation et sur la qualité du compost.

Sommaire

Le présent rapport a été préparé pour la Commission de coopération environnementale (CCE). Il fait partie d'une série de trois études marquantes pour le Canada et les États-Unis réalisées dans le cadre du projet de la CCE intitulé [Transformation du recyclage et de la gestion des déchets solides en Amérique du Nord](#). Ces études portent sur les marchés et les politiques en matière de déchets de papier recyclé post-consommation, de plastique et de bioplastique provenant de sources résidentielles et commerciales dans les deux pays. Elles avaient pour objectif d'évaluer l'état actuel du recyclage de ces matériaux, qui contribuent à une économie circulaire; de déterminer les obstacles au recyclage; et de recommander des façons de surmonter ces obstacles et d'accroître ainsi la circularité. Ces études portent sur le Canada et les États-Unis, et une série d'études similaires portant sur le Mexique a également été réalisée.

Comme en ont convenu les représentant·es du Canada et des États-Unis membres du comité directeur du projet de la CCE, un projet pilote s'est déroulé de mars 2025 à juillet 2025 dans deux installations de compostage aux États-Unis dans le but de déterminer si les installations de compostage aérobie existantes peuvent efficacement traiter les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres couchées certifiées compostables, sans que ces emballages nuisent à la qualité du compost. Les deux installations retenues pour ce projet pilote utilisent des méthodes de compostage différentes : la méthode en piles statiques aérées couvertes (PSAC), et la méthode en andains retournés (AR). Les méthodes utilisées au cours de l'étude et les conclusions qui s'en dégagent sont d'une grande valeur pour les deux pays.

Cette étude pilote devait permettre de comprendre les effets de matériaux d'emballage compostables sur la qualité du compost, les défis que pose le traitement de ces matériaux pour les installations de compostage, et la désintégration de ces matériaux dans les piles de compost. Dans le présent document, nous utilisons l'expression « matériaux d'emballage compostables » (ou simplement « matériaux compostable ») pour désigner les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres couchées certifiées compostables.

Les installations d'essai ont été sélectionnées en fonction de critères établis par l'équipe de projet, et elles ont été guidées tout au long du processus pilote. La Figure 1.1 figure ci-dessous indique les phases du projet pilote.

Figure 1.1 – Phases du processus du projet pilote



1. Planification : sélection des installations de compostage où se déroulera le projet pilote, recherche des matériaux d'emballage compostables, et préparation des procédures, des méthodes et des installations en vue du projet pilote.
2. Constitution des piles et dosage : constitution de trois piles de compost dans chaque installation : une pile témoin (« pile PT » ne contenant pas de matériaux d'emballage compostables et servant de référence pour comparer les deux piles dosées), une pile à dose faible (« pile DF » contenant une faible quantité de matériaux d'emballage compostables [5 à 6 %]), et une pile à dose élevée (« pile DE » contenant une quantité plus élevée de matériaux d'emballage compostables [11 à 12 %]). Échantillonnage de la matière première (après mélange sur place) pour analyse en laboratoire.
3. Criblage et échantillonnage : criblage du compost fini une fois le processus terminé pour chaque pile, et échantillonnage du compost fini afin d'analyser la qualité du compost et les matières résiduelles (et rejets) pour évaluer la désintégration. Les membres de l'équipe de projet étaient présents sur place dans les deux installations pendant cette phase.
4. Analyse et rapports : analyse des résultats de laboratoire pour comprendre les effets des matériaux d'emballage compostables sur la qualité du compost, et évaluation de la désintégration de ces matériaux.

Plusieurs conclusions de l'étude justifient une étude plus approfondie afin de comprendre pleinement les effets de ces matériaux sur la qualité du compost, mais aussi sur l'exploitation des installations. Les principales conclusions sont présentées ci-après et décrites en détail à la section 3. Il convient de noter que, dans certains cas, une étude complémentaire des principales conclusions a été jugée nécessaire, mais n'a pas été faite, car elle dépassait le cadre de nos travaux.

Effets des matériaux d'emballage compostables sur la qualité du compost

Les matériaux d'emballage compostables ont été ajoutés en « doses » à deux piles de compost dans chacune des deux installations. La qualité du compost obtenu a ensuite été évaluée en fonction des propriétés chimiques, physiques et biologiques du compost fini dans chaque pile, puis comparée à celle d'une pile témoin. À titre de référence, l'installation 1 utilise un système de compostage PSAC, et l'installation 2, un système de compostage AR. L'installation 2 a réalisé une série moins exhaustive d'analyses en laboratoire, c'est pourquoi plusieurs points de données ne concernent que l'installation 1. Voici un aperçu des résultats de ces tests :

- Les tests biologiques effectués dans l'installation 1 ont révélé la présence de salmonelle dans les trois piles; les quantités détectées augmentent avec l'augmentation de la proportion de matériaux d'emballage compostables, ce qui laisse croire à un lien avec ces matériaux. Une étude plus approfondie serait requise pour déterminer une cause exacte. Il convient de noter qu'en raison d'un malentendu, seul le compost de l'installation 1 a fait l'objet de tests biologiques.
- Les tests biologiques effectués dans l'installation 1 ont révélé la présence de coliformes fécaux dans les trois piles, mais la pile témoin affichait les quantités les plus élevées. Il est donc peu probable que les matériaux d'emballage compostables soient la source de ces détections. Une étude plus approfondie serait requise pour en déterminer la cause exacte.

- Le compost fini des deux installations présentait de faibles concentrations de substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA), la plupart étant inférieures aux limites indicatives des États-Unis et du Canada pour les sols. On a détecté de l'acide perfluorooctanoïque (APFO) dans la pile témoin (PT) ainsi que dans la pile à dose élevée (DE) de l'installation 2, à des concentrations supérieures aux seuils de détection régionaux prescrits aux États-Unis par l'*Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement). Étant donné que la concentration plus élevée d'APFO a été détectée dans la pile témoin, tout lien entre ces détections et les matériaux d'emballage compostables est peu probable. Une étude plus approfondie serait requise pour en déterminer la cause exacte.
- Dans l'installation 1, le compost fini affichait une teneur en humidité qui se situait dans la fourchette souhaitable pour ce type de compost. Or, le compost des trois piles de l'installation 2 présentait une teneur en humidité généralement faible, en raison du temps sec qui a prévalu tout au long du projet pilote. Comme ces teneurs en humidité prévalaient dans les trois piles, un lien avec les matériaux d'emballage compostables est peu probable.
- Le pH du compost fini était légèrement alcalin dans toutes les piles des deux installations. Comme c'était le cas dans l'ensemble des piles, et pas seulement dans les piles dosées, tout lien avec les matériaux d'emballage compostables est peu probable.
- Les indices de nutriments ont révélé que le compost fini de l'installation 1 était riche en nutriments et convenait à un large éventail de types de sols, tandis que celui de l'installation 2 affichait une salinité plus élevée, probablement en raison de faibles taux d'humidité. Cependant, comme c'était le cas dans toutes les piles de l'installation 2, et pas seulement dans les piles dosées, un lien avec les matériaux d'emballage compostables est peu probable.

Le compost fini affichait des rapports carbone sur azote (C/N) dans les fourchettes idéales, dans les trois piles des deux installations : la teneur en matière organique se situait entre 68 et 77 % dans l'installation 1, et entre 12 et 29 % dans l'installation 2. Rien ne laissait croire à un effet négatif des matériaux compostables sur les concentrations de matières organiques.

Effets de la gestion des matériaux d'emballage compostables sur l'exploitation des installations

Les deux installations ont dû composer avec des tâches alourdies et des défis d'exploitation tout au long du projet pilote, ce qui a entraîné une augmentation des coûts. Plus de travail était nécessaire pour gérer les articles légers utilisés lors des essais, que le vent emportait et qu'il fallait ensuite réintégrer dans les piles de compost. Les matériaux d'emballage compostables tendaient aussi à aboutir en marge des piles dans les deux installations; on a donc dû ajouter aux tâches le ratissage des débris et leur réintroduction dans leur pile respective.

Désintégration des matériaux compostables

Le projet pilote a permis de constater la désintégration efficace de la plupart des matériaux compostables dans les piles de compost au cours d'une période de compostage de trois à quatre mois. Dans le cas des autocollants pour fruits et légumes, leur désintégration était complète dans toutes les piles. Les emballages de sandwichs se sont eux aussi décomposés en grande partie, avec

un taux de désintégration qui se situait entre 83 % et 95 %. Les bols en fibre couchée APL (acide polylactique), les gobelets en papier couché APL et les gobelets en papier couché double APL ont affiché un taux de décomposition plus variable, soit entre 51 % et 95 %. Certaines piles, en particulier la pile DF de l'installation 2, ont conservé une partie non négligeable des matériaux. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que si la plupart des articles testés se sont désintégrés efficacement, certains produits enduits d'APL peuvent prendre plus de temps ou d'autres conditions de compostage pour se décomposer complètement.

Remerciements

Le présent rapport a été préparé pour la Commission de coopération environnementale (CCE) par Eunomia Research & Consulting. Les auteurs principaux tiennent à remercier les responsables du *Compostable Field Testing Program* (CFTP, programme d'essais pratiques des matières compostables) pour leur importante contribution à ce travail.

La CCE tient également à remercier les membres canadien·nes et américain·es du comité directeur du projet *Transformation du recyclage et de la gestion des déchets solides en Amérique du Nord* (qui fait partie du Plan opérationnel de la CCE pour 2021) de leur soutien et de leur engagement. La CCE remercie en outre le personnel du Secrétariat qui a participé à la réalisation de ce projet : Armando Yáñez, chef de l'unité Modes de vie et économies durables, Antonia M. Andúgar, chargée de projet, et Claudia López, adjointe; les traducteurs et les réviseurs des publications de la CCE; et Michael Wou, graphiste chez Origami Branding, qui a pris part à la réalisation de ce document.

1. Contexte du projet pilote

Le présent rapport a été préparé pour la Commission de coopération environnementale (CCE). Il fait partie d'une série de trois études marquantes pour le Canada et les États-Unis réalisées dans le cadre du projet de la CCE intitulé *Transformation du recyclage et de la gestion des déchets solides en Amérique du Nord*¹. Ces études portent sur les marchés et les politiques en matière de déchets de papier recyclé post-consommation, de plastique et de bioplastique provenant de sources résidentielles et commerciales dans les deux pays. Elles avaient pour objectif d'évaluer l'état actuel du recyclage de ces matériaux, qui contribuent à une économie circulaire; de déterminer les obstacles au recyclage; et de recommander des façons de surmonter ces obstacles et d'accroître ainsi la circularité. Ces études portent sur le Canada et les États-Unis, et une série d'études similaires portant sur le Mexique a également été réalisée.

Comme en ont convenu les représentant-es du Canada et des États-Unis membres du comité directeur du projet de la CCE, un projet pilote s'est déroulé de mars 2025 à juillet 2025 dans deux installations de compostage aux États-Unis dans le but de déterminer si les installations de compostage aérobie existantes peuvent efficacement traiter les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres couchées certifiées compostables, sans que ces emballages nuisent à la qualité du compost. Les deux installations retenues pour ce projet pilote utilisent des méthodes de compostage différentes : la méthode en piles statiques aérées couvertes (PSAC), et la méthode en andains retournés (AR). Les méthodes utilisées au cours de l'étude et les conclusions qui s'en dégagent sont d'une grande valeur pour les deux pays.

1.1 Objet

En plus de déterminer si les installations de compostage existantes peuvent traiter les matériaux couchés d'emballage certifiés compostables sans nuire à la qualité du compost, ce projet pilote avait pour objet d'évaluer comment les deux installations participantes gèrent et traitent les matériaux en question, les coûts supplémentaires ainsi occasionnés ainsi que d'autres défis que pose l'ajout de ces matériaux d'emballage sur le plan de l'exploitation.

Dans le présent document, nous utilisons l'expression « matériaux d'emballage compostables » (ou simplement « matériaux compostable ») pour désigner les emballages alimentaires fabriqués à partir de fibres couchées certifiées compostables. À l'heure actuelle, les installations de compostage au Canada et aux États-Unis hésitent à accepter les emballages certifiés compostables, pour plusieurs raisons :

- préoccupations concernant la contamination par des produits chimiques dangereux présents dans les matériaux d'emballage compostables, par exemple les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (SPFA), qui peuvent aboutir dans le compost fini;

¹ Page Web du projet : <<https://www.cec.org/fr/transformation-du-recyclage-et-de-la-gestion-des-dechets-solides-en-amerique-du-nord/>>.

- préoccupations concernant la biodégradation des plastiques compostables, qui pourrait entraîner une contamination du compost fini par des macroplastiques et des microplastiques;
- incapacité des consommateur-trices à distinguer les emballages avec un enduit en plastique compostable de ceux qui ont un enduit en plastique habituel;
- problèmes pratiques ayant trait au traitement des matériaux d'emballage compostables.

Ainsi, ce projet pilote devait permettre de comprendre les effets, sur le plan de l'exploitation et de la qualité du compost, que peuvent avoir les emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables sur le processus de compostage ainsi que sur le compost fini.

1.2 Processus du projet pilote

Les deux installations participantes ont été sélectionnées en fonction de critères établis par l'équipe de projet, et elles ont été guidées tout au long du processus pilote. La Figure 1.1 ci-dessous indique les phases du projet pilote.

Figure 1.1 – Phases du processus du projet pilote



1. Planification : sélection des installations de compostage où se déroulera le projet pilote, recherche des matériaux d'emballage compostables, et préparation des procédures, des méthodes et des installations en vue du projet pilote.
2. Constitution des piles et dosage : constitution de trois piles de compost dans chaque installation : une pile témoin (« pile PT » ne contenant pas de matériaux d'emballage compostables et servant de référence pour comparer les deux piles dosées), une pile à dose faible (« pile DF » contenant une faible quantité de matériaux d'emballage compostables [5 à 6 %]), et une pile à dose élevée (« pile DE » contenant une quantité plus élevée de matériaux d'emballage compostables [11 à 12 %]). Échantillonnage de la matière première (après mélange sur place) pour analyse en laboratoire.
3. Criblage et échantillonnage : criblage du compost fini une fois le processus terminé pour chaque pile, et échantillonnage du compost fini afin d'analyser la qualité du compost et les matières résiduelles (et rejets) pour évaluer la désintégration. Les membres de l'équipe de projet étaient présents sur place dans les deux installations pendant cette phase.
4. Analyse et rapports : analyse des résultats de laboratoire pour comprendre les effets des matériaux d'emballage compostables sur la qualité du compost, et évaluation de la désintégration de ces matériaux.

1.3 Qualité du compost

La qualité du compost se caractérise par ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Ces caractéristiques déterminent si le compost est sûr et convient à diverses applications, par exemple l'agriculture, l'horticulture, l'aménagement paysager, le jardinage, la production de terre végétale et de gazon, les abords des routes et les projets de construction, la protection et la création de terres humides, la remise en état des sols, la revitalisation des terres, les terrains de sport et de golf, la restauration des écosystèmes, la contrôle des alluvions et de l'érosion, et les infrastructures vertes. Comme l'indique l'EPA (EPA, 2025), un compost de haute qualité enrichit le sol et le rend plus sain :

- Il ajoute de la matière organique, des nutriments et des microbes bénéfiques;
- Il conserve l'eau grâce à une plus grande rétention de l'humidité;
- il prévient l'érosion grâce à une réduction du compactage des sols et du ruissellement;
- il réduit la dépendance aux engrais chimiques et aux pesticides;
- il stimule la croissance des plantes et favorise des rendements agricoles plus élevés;
- il améliore la qualité de l'eau en filtrant les eaux pluviales et en réduisant le ruissellement des nutriments et des sédiments;
- il régénère les sols pauvres et assainit les sols appauvris par la surexploitation ou la contamination.

Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques du compost incluent la taille des particules, la teneur en humidité et l'absence de contaminants visibles.

- **Taille des particules** : on détermine la taille des particules au moyen d'un crible prévu pour des particules d'une certaine taille. La fourchette de tailles des particules du compost dépend de l'utilisation prévue (USCC, s. d.).
- **Teneur en humidité** : la teneur en humidité du compost indique la présence d'eau et s'exprime en pourcentage du poids total. Elle peut avoir une incidence sur la manipulation et le transport du compost, car un compost trop sec sera léger et poussiéreux, tandis qu'un compost trop humide sera lourd et aggloméré. La teneur en humidité souhaitable pour un compost fini varie entre 40 % et 50 % (USCC, s. d.).
- **Contaminants visibles** : les contaminants visibles dans le compost peuvent inclure toutes sortes de matériaux, comme les plastiques, le verre ou des pierres, reconnaissables par une inspection visuelle.

Caractéristiques chimiques

Les caractéristiques chimiques du compost incluent l'indice de nutriments, le pH, le rapport carbone sur azote, la matière organique et les SPFA.

- **Indice de nutriments** : l'indice de nutriments du compost se situe généralement entre 1 et 10. On l'obtient en divisant la concentration totale en nutriments (azote, phosphate et potasse) par la quantité de sel (sodium et chlorure) présente dans le compost. Plus l'indice

du compost est élevé, moins il y a de risque d'accumulation toxique de sodium dans le sol (Midwest Laboratories, 2025).

- **pH** : le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité du compost ainsi que l'activité des ions d'hydrogène du sol ou du compost sur une échelle logarithmique. Un pH situé entre 6 et 8 est considéré comme normal pour le compost et indique que le produit est « mature » (Midwest Laboratories, 2025).
- **Rapport carbone sur azote** : le rapport C/N mesure l'équilibre entre le carbone et l'azote. Le rapport C/N idéal pour un compost fini se situe entre 10:1 et 20:1 (Midwest Laboratories, 2025). Un rapport C/N élevé (excès de carbone) peut ralentir la décomposition, tandis qu'un rapport C/N faible (excès d'azote) peut rendre la pile de compost difficile à gérer – elle sera visqueuse et dégagera des odeurs désagréables et une chaleur excessive.
- **Matière organique** : la matière organique peut améliorer les propriétés physiques du sol, lui fournir de l'énergie et augmenter la quantité de nutriments dans le sol. Le compost constitue une importante source de matière organique pour le sol. Une teneur en matière organique supérieure à 20 % est souhaitable pour le compost, sur la base du poids sec (Midwest Laboratories, 2025).
- **SPFA** : les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées sont des substances chimiques manufacturées utilisées par l'industrie et dans les produits de consommation. On les trouve couramment dans les emballages alimentaires compostables et non compostables, comme le papier résistant aux graisses, les sacs de maïs à éclater pour micro-ondes, les boîtes à pizza et les emballages de bonbons (CHEM Trust, 2021). Des études ont montré que l'exposition à certaines concentrations de SPFA peut provoquer le cancer et avoir des effets sur le poids, l'immunité, le développement et la santé de la reproduction (Fenton et coll., 2020).

Propriétés biologiques

Les propriétés biologiques du compost incluent sa maturité et l'absence d'agents pathogènes.

- **Maturité** : la maturité du compost correspond au degré d'achèvement du processus de compostage. Un compost immature peut contenir des quantités élevées d'ammoniac libre, d'acides organiques ou d'autres composés hydrosolubles qui peuvent empêcher la germination des semences et la croissance des racines, ou produire des odeurs désagréables (USCC, s. d.);
- **Absence d'agents pathogènes** : les agents pathogènes sont des organismes porteurs de maladies. Ils comprennent les bactéries, virus, champignons, helminthes et protozoaires, qui peuvent être présents dans les déchets à traiter ou les sous-produits ajoutés aux piles de compost (USCC, s. d.). Le maintien de températures élevées soutenues pendant le compostage inactive ou détruit les graines de mauvaises herbes et les agents pathogènes. Ce processus a été baptisé *process to further reduce pathogens* (PFRP, processus visant à réduire davantage les agents pathogènes) (USCC, s. d.). Il est nécessaire d'éliminer les agents pathogènes ou de réduire leur présence en deçà du seuil afin d'enrayer la transmission de maladies (USCC, s. d.).

1.4 Incidences sur l'exploitation

L'acceptation des matériaux d'emballage compostables a des incidences sur l'exploitation, notamment en ce qui concerne le traitement, le contrôle de la qualité, la logistique opérationnelle et les coûts. Il est important de comprendre ces effets potentiels, car ils peuvent avoir une incidence directe sur l'efficacité des installations de compostage, la qualité des produits, la viabilité financière et la capacité d'implanter de nouvelles installations ou de maintenir la conformité des installations existantes (p. ex. en raison de l'effet de nuisance, comme la visibilité des déchets sur un site).

Avant de pouvoir accepter les matériaux d'emballage compostables, il faudrait former les employés des installations pour les aider à distinguer ces matériaux des matériaux d'emballage non compostables. Les installations pourraient envisager d'adapter leurs pratiques de gestion des piles, leurs stratégies d'aération et leur surveillance. Les matériaux compostables non broyés qui ne se désagrègent pas complètement pourraient obstruer les équipements de compostage, comme les cribles ou trommels. Toutefois, le broyage de matériaux d'emballage compostables avant le compostage exigerait de l'espace et plus de travail.

Ces incidences sur l'exploitation peuvent entraîner l'augmentation des coûts pour les installations de compostage. La formation du personnel, une surveillance plus intensive et des modifications apportées à la gestion et à l'aération des piles peuvent toutes exiger plus d'heures de travail et, dans certains cas, des investissements dans de nouveaux équipements.

1.5 Installations d'essai

1.5.1 Méthode et critères de sélection des installations

L'équipe de projet, en coordination avec la CCE et le comité directeur, a établi des critères d'exploitation pour sélectionner les installations où se déroulerait le projet pilote. Les installations sélectionnées devaient créer et gérer une pile témoin sans matériaux d'emballage, et deux piles dosées : une à dose faible (DF) et une à dose élevée (DE) de matériaux d'emballage compostables. Ces matériaux seraient ajoutés en vrac à la matière première habituelle au début du processus de compostage. Chaque pile a suivi les procédures de compostage standards et la durée de traitement habituelle de l'installation de compostage, et chacune était isolée afin d'éviter toute contamination par les matériaux provenant des autres piles de compost.

L'équipe de projet a appliqué les critères suivants pour présélectionner, puis sélectionner les deux installations d'essai :

- **Conditions d'exploitation :** les conditions sur place doivent généralement correspondre à la « fourchette raisonnable » des « conditions propices au compostage » indiquées dans *The Composting Handbook* (Rynk et coll., 2022), comme le montre le tableau 1.1.

Tableau 1.1 – Conditions propices au compostage

Condition	Fourchette raisonnable	Fourchette idéale
Teneur en humidité	40 à 65 %	50 à 60 %
Rapport carbone sur azote (C/N)	20:1 à 60:1	25:1 à 40:1
Oxygène – concentration minimale dans les espaces interstitiels intérieurs	Plus de 5 %	Plus de 10 %
Température	45 à 70 °C (113 à 160 °F)	50 à 65 °C (120 à 150 °F)
pH	5,5 à 9,0	6,5 à 8,0
Taille des particules	3 à 50 mm (1/8 ^e de po à 2 po)	Dépend des matières premières et de leur utilisation comme compost
Densité apparente	Moins de 700 kg/m ³ (1 200 lb/vg ³)	400 à 600 kg/m ³ (700 à 1 000 lb/vg ³)

Source : Rynk et coll. (2022). *The Composting Handbook*, Tableau 3.1.

- **Disponibilité** : les installations avaient jusqu'au mois de janvier 2025 pour confirmer qu'elles pouvaient participer au projet pilote; ce projet devait commencer en février ou mars 2025.
- **Surveillance adéquate** : l'installation était en mesure de surveiller et de tester les piles à une fréquence indiquée, selon les normes de l'ASTM (<www.astm.org>) (par exemple, température quotidienne mesurée à deux profondeurs et à plus de cinq endroits dans chaque pile, tests d'humidité hebdomadaires et tests d'oxygène bihebdomadaires).
- **Approvisionnement** : une quantité suffisante de matière première pour créer une pile dédiée en deux à trois semaines.
- **Espace** : il y a suffisamment de place pour les piles réservées aux essais et le processus de criblage.
- **Équipement de criblage** : un cribleur est disponible pour le traitement en fin de processus, une fois que les piles sont prêtes à être criblées (par exemple, un trommel cribleur).
- **Matières premières** : l'installation inclut les déchets alimentaires dans ses matières premières, mais en exclut les biosolides.
- **Temps de résidence** : l'installation produit un compost mature et stable en 90 jours.
- **Motivation** : les responsables de l'installation souhaitent participer au projet pilote et participer à l'avancement de l'économie circulaire.

Certains critères supplémentaires, indiqués ci-dessous, n'ont pas été jugés essentiels.

- **Tests STA :** l'installation participe au programme *Seal of Testing Assurance* (STA, sceau d'assurance qualité des essais) pour le compost (<https://www.compostingcouncil.org/page/STA-Requirements>).
- **Calibre du cribleur :** l'installation utilise un cribleur dont les mailles mesurent moins d'un demi-pouce (1,25 cm).
- **Technique de compostage :** l'installation utilise des techniques de compostage en andains retournés (AR) ou en piles statiques aérées (PSA), qui sont représentatives des installations courantes de petite à moyenne taille.
- **Acceptation des emballages :** l'installation n'accepte pas pour l'instant les emballages alimentaires certifiés compostables ou est en mesure de créer des piles compostables qui ne contiennent pas de matériaux d'emballage compostables, de manière à pouvoir évaluer précisément les effets des matériaux ajoutés pour le projet pilote.
- **Main-d'œuvre :** l'installation compte au moins deux employé·es sur place pour les essais ultimes (à l'exclusion des opérateur·trices d'équipement).

Pour mener ce projet pilote, l'équipe de projet a sélectionné deux installations de compostage communautaires distinctes, en fonction des critères énoncés ci-dessus. Ces deux installations sont situées dans la même région des États-Unis. L'une d'elles utilise un système de compostage à piles statiques aérées couvertes (le « compostage PSAC »), tandis que l'autre utilise un système de compostage à andains retournés (« compostage AR »). On a choisi ces systèmes de compostage parce que ce sont les techniques les plus accessibles, aux coûts d'investissement peu élevés et qui requièrent un équipement minimal. Voir plus bas la description détaillée de chacune. Tout au long de ce rapport, l'installation utilisant la technique de compostage PSAC sera appelée « installation 1 », et celle qui utilise la technique de compostage AR, « installation 2 ». Nous avons préféré les installations communautaires aux installations de compostage de plus grande envergure, pour plusieurs raisons :

- Les installations de compostage communautaires sont plus accessibles que celles de grande envergure, qui utilisent souvent des équipements et des techniques de pointe.
- Les installations de compostage de petite envergure permettent un meilleur contrôle des paramètres, comme la contamination.
- Si le compostage des matériaux d'emballage est possible dans ce type d'installations de base, les installations plus évoluées sur le plan technologique devraient pouvoir reproduire ce qui fonctionne dans les systèmes de base et l'adapter à plus grande échelle.
- De plus, l'équipe de projet devait travailler avec des installations capables d'isoler les piles pilotes, y compris les rejets (résidus) et le compost fini, sans perturber le fonctionnement normal, ce qui s'est avéré difficile pour les systèmes fermés (*in-vessel*), qui sont généralement à flux continu et compacts.

Il n'a pas été facile de trouver des installations qui répondaient à tous les paramètres souhaités. L'équipe a donc accordé la priorité à celles qui pouvaient isoler les piles et limiter ou exclure les apports d'emballages compostables, afin de garantir la précision scientifique de la comparaison entre les piles dosées et une pile témoin. Par exemple, afin d'accumuler des piles de compost exemptes de matières compostables préexistantes, l'installation 2 a modifié ses itinéraires de collecte.

1.5.2 Installation 1 : compostage en piles statiques aérées couvertes (PSAC)

Le compostage PSAC consiste à aérer de manière régulée des matières organiques amassées en andains. On dépose les piles de compost sur un réseau de tuyaux perforés reliés à des ventilateurs qui alimentent en air les matières à composter. L'aération peut être continue ou intermittente, selon les besoins du processus de compostage, et la température, l'humidité et les niveaux d'oxygène à l'intérieur de la pile sont surveillés tout au long du processus. Une bâche couvre les piles pour y maintenir l'humidité, contenir les matières et prévenir les problèmes d'odeurs. La méthode de compostage PSAC présente d'autres avantages, notamment (Cambridge Companies Inc. 2024) :

- **Efficacité** : l'aération optimale des systèmes PSAC accélère le processus de décomposition, ce qui réduit le temps nécessaire au compostage par rapport aux méthodes traditionnelles.
- **Évolutivité** : on peut adapter les systèmes PSAC pour traiter des volumes plus importants de déchets organiques; ils conviennent donc aux opérations de compostage à petite et à grande échelle.
- **Élimination des odeurs** : les systèmes de compostage PSAC maintiennent des conditions aérobies, ce qui atténue les odeurs en réduisant la production des composés qui les produisent.
- **Réduction de la quantité d'agents pathogènes** : la régulation de la température et des niveaux d'oxygène dans les systèmes de compostage PSAC réduit la quantité d'agents pathogènes et produit un compost final sûr pour l'agriculture et l'aménagement paysager.
- **Confinement** : la méthode de compostage PSAC consiste à recouvrir la pile de compost pour la protéger de la faune et des éléments (le vent) qui pourraient perturber le processus de compostage.

Processus de compostage de l'installation 1

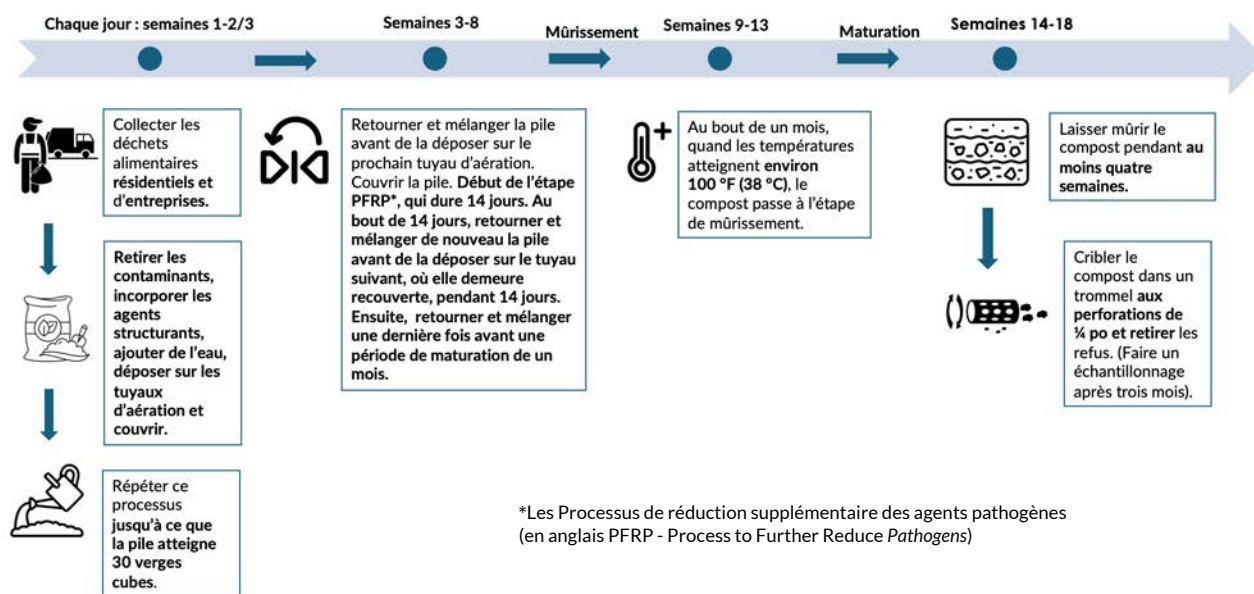
Il a fallu environ trois semaines à l'installation 1 pour collecter suffisamment de matières premières (déchets alimentaires) et constituer une pile de compost de 30 verges cubes (vg³); elle collecte habituellement les matières premières cinq jours par semaine pour constituer des piles. Pour les piles dosées, on a ajouté des matériaux d'emballage compostables aux matières premières chaque jour où des piles étaient constituées.

On a ajouté de l'eau selon les besoins durant la phase de constitution de toutes les piles de l'installation 1. Pour un système PSAC, il faut mélanger les matériaux et les déposer sur des tuyaux perforés. On souffle de l'air dans ces tuyaux pour oxygéner les piles, plutôt que de les retourner. Une fois ces matières premières mélangées et déposées sur les tuyaux, on a ensuite recouvert les

piles d'une membrane Gore^{MD} Cover, conçue pour réguler l'humidité, la température et le flux d'air tout en réduisant le plus possible les odeurs, les émissions de gaz à effet de serre et les lixiviats (Gore, s. d.).

Au bout d'environ quatre semaines, on a retourné et mélangé les piles avant de les déposer sur un autre tuyau pour les aérer. C'était le début du processus visant à réduire davantage les agents pathogènes (PFRP). Il s'agit de la phase mésophile du compostage, celle où les températures augmentent et peuvent atteindre 160 °F (71 °C). Ce processus est terminé lorsque les températures dans les piles de compost du système PSAC dépassent 131 °F (55 °C) pendant au moins trois jours (EPA, 2013). Après environ deux semaines, les piles ont été retournées et mélangées à nouveau, puis déposées sur un autre tuyau pour deux autres semaines. On a ensuite retourné et mélangé ces piles avant de les déposer sur le dernier tuyau pendant un mois, pour mûrissement. Au bout d'environ 12 semaines, on a déplacé les piles dans un endroit où elles pourraient mûrir avant l'arrivée sur place de l'équipe de projet pour la phase de criblage et d'échantillonnage. La figure 1.2 illustre le processus de compostage de l'installation 1.

Figure 1.2 – Processus de compostage de l'installation 1



*PFRP = processus visant à réduire davantage les agents pathogènes.

1.5.3 Installation 2 : compostage en andains retournés (AR)

Le compostage en andains retournés consiste à placer les déchets organiques en andains et à les retourner périodiquement afin de maintenir une aération adéquate. Cette méthode a été retenue

pour le projet pilote parce qu'elle est accessible à toute personne souhaitant faire du compostage avec peu de moyens techniques. Elle offre les avantages suivants :

- **Meilleur apport en oxygène :** le retournement et le mélange périodique des andains apportent de l'oxygène et favorisent la décomposition plus efficace des matières organiques, ce qui raccourcit le processus de compostage.
- **Meilleur contrôle de la température :** le retournement des andains assure l'exposition de toutes les matières organiques à la fourchette de température optimale pour l'activité microbienne, tout au long du processus.
- **Meilleure rétention des nutriments :** le processus de retournement prévient la perte de nutriments par lixiviation ou volatilisation; le compost conserve ainsi ses nutriments.
- **Réduction des effets des odeurs ou du lixiviat :** le retournement du compost réduit le compactage et favorise la rétention de l'oxygène dans le sol, empêchant ainsi la décomposition anaérobie qui produit des odeurs désagréables et du lixiviat.
- **Décomposition accélérée :** le processus de retournement assure un apport constant en oxygène, un contrôle de la température, une homogénéisation du rapport carbone sur azote et une répartition de l'humidité. Il en résulte une décomposition accélérée des matières organiques et une durée totale plus courte du processus de compostage.

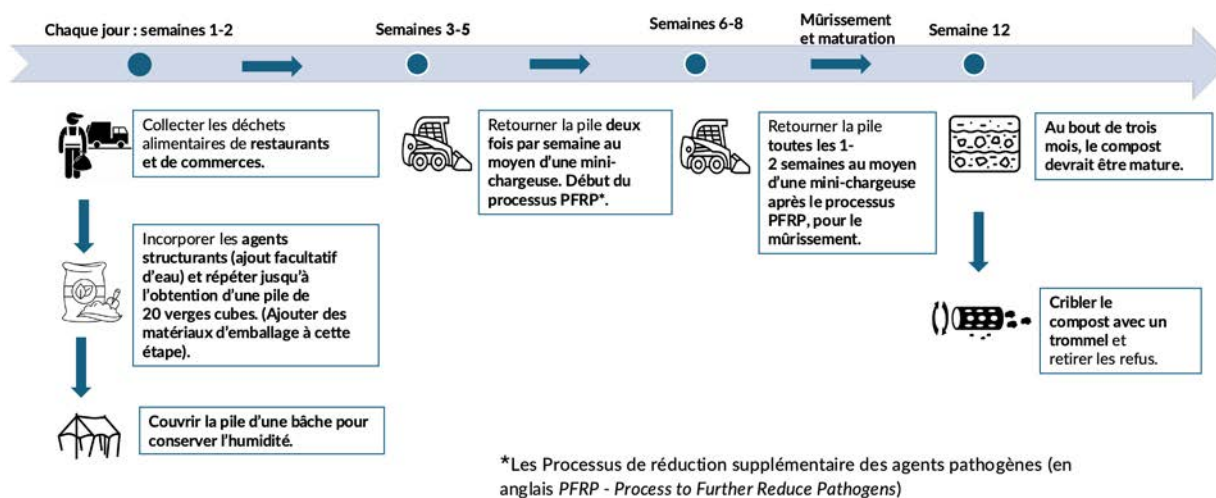
Processus de compostage de l'installation 2

L'installation 2 a mis de deux à trois semaines pour constituer ses piles dosées de 20 verges cubes. Cette installation collecte habituellement les matières premières (déchets alimentaires) deux fois par semaine pour constituer ses piles, et des matériaux d'emballage compostables ont été ajoutés aux piles dosées lors de chaque ajout de matières.

On a considéré que le PFRP était commencé dès l'achèvement de chaque pile de l'installation 2; cette étape devait durer environ trois semaines. Durant cette période, l'installation 2 retournait ses piles deux fois par semaine afin d'en assurer l'aération et le mélange. Dans les piles de compost en AR, le PFRP prend fin lorsque la température dépasse 131 °F (55 °C) pendant au moins 15 jours (EPA, 2013). En général, l'installation 2 n'ajoute pas d'eau à ses piles, car les déchets alimentaires contiennent en principe suffisamment d'humidité. On y recouvre également les piles d'une bâche pour empêcher l'évaporation, d'autant plus que l'installation se trouve dans une zone au climat particulièrement aride.

Les dernières phases du processus de compostage de l'installation 2 sont le mûrissement (semaines 6 à 8) et la maturation (semaines 9 à 12). L'installation 2 a continué à retourner les piles une fois par semaine pendant la phase de mûrissement. La figure 1.3 illustre le processus de compostage de cette installation.

Figure 1.3 – Processus de compostage de l'installation 2



*PFRP = processus visant à réduire davantage les agents pathogènes.

Il convient de noter que l'installation 2 acceptait déjà des matériaux compostables avant le projet pilote, mais elle a pu constituer des piles qui ne contenaient aucun matériau compostable autre que ceux qui ont été ajoutés pour les besoins de l'étude.

1.6 Matériaux mis à l'essai

Le projet pilote était axé sur les matériaux d'emballage en papier couché certifiés compostables. Ce type de papier est enduit d'une couche de biopolymère compostable au lieu d'un plastique habituel, comme le polyéthylène (PE). Les biopolymères comme l'acide polylactique (APL) sont conçus pour se biodégrader et se décomposer lors du compostage. Ils servent souvent d'enduit sur les matériaux destinés à l'alimentation et aux emballages ainsi qu'à d'autres fins qui requièrent une barrière contre l'humidité ou les graisses.

Un organisme tiers a certifié tous les matériaux d'emballage compostables inclus dans le projet pilote, et la plupart sont déjà facilement disponibles sur le marché. La mention « certifié compostable » indique qu'un produit a été testé de manière indépendante, qu'il répond à des normes de compostabilité précises, et qu'il a été confirmé que ce produit se décompose intégralement dans une installation de compostage commerciale sans laisser de résidus nocifs.

L'équipe de projet a joint des fabricants connus d'articles en papier couché compostables afin de déterminer s'ils étaient disposés à fournir des échantillons pour le projet pilote. Les articles suivants ont finalement été testés dans le cadre du projet :

- autocollants de composition exclusive pour fruits et légumes;
- emballages pour sandwiches en papier couché biopolymère;
- bols en fibre (canne à sucre) couchée APL (13 oz/400 ml);

- gobelets en papier couché APL (12 oz/355 ml);
- gobelets en papier couché double APL (12 oz/355 ml).

L'équipe de projet a envisagé l'inclusion d'autres matériaux d'emballage certifiés compostables, comme des sacs couchés, des emballages enduits de polyhydroxyalcanoate (PHA) et des emballages alimentaires en fibre couchée. Malheureusement, ces articles sont difficiles à trouver, et il a été impossible d'en obtenir dans les délais impartis pour le projet. Il convient de noter que nous ne divulguons pas ici la composition des autocollants pour fruits et légumes utilisés dans le cadre du projet; ces matériaux sont de propriété exclusive, et toute information compromettrait la protection conférée par un brevet.

2. Méthode et limites

2.1 Méthode du projet pilote

En Amérique du Nord, les essais sur le terrain réalisés récemment avec des emballages compostables ont employé deux méthodes distinctes : la méthode des sacs-filets, et la méthode par dosage. Nous avons retenu la méthode par dosage pour ce projet pilote, car il utilise des conditions de dosage réelles pour ajouter des matériaux compostables directement dans la matière première, plutôt que dans des sacs-filets en vue du compostage.

L'équipe de projet a élaboré et décrit la méthode d'essai par dosage sur place tout particulièrement pour ce projet pilote; elle figure à l'annexe A.1 : Méthode par dosage, en annexe au présent rapport. Cette méthode visait à reproduire les conditions « réelles » : créer un échantillon représentatif de l'ensemble de la pile et un processus gérable qui perturbent le moins possible l'exploitation, afin d'encourager les sites à participer à des projets pilotes ou à des essais sur le terrain dans l'avenir.

Les installations ont utilisé les méthodes suivantes pour incorporer dans leurs piles les matériaux compostables à tester :

Après avoir reçu les matériaux à tester par la poste, chaque installation les a préparés en vue de leur incorporation dans les piles de compost en fonction du type d'article. Plus précisément, les installations ont désempilé les gobelets et les bols, froissé les emballages de sandwichs et retiré les autocollants de leur pellicule protectrice. En temps normal, on mélangerait les matériaux d'emballage compostables à des résidus alimentaires, et ces matériaux pourraient contenir plus d'humidité avant leur ajout aux piles de compost. Cependant, le calendrier du projet ne permettait pas de reproduire des scénarios réels, d'autant plus que le papier couché compostable est conçu pour résister à l'humidité et aux résidus alimentaires. Il est donc difficile de reproduire entièrement son cycle d'élimination réel dans le cadre d'un projet pilote contrôlé.

On a ensuite ajouté des articles en différentes doses aux piles afin d'obtenir une pile à dose faible (DF) et une autre à dose élevée (DE). Les proportions de dosage correspondent à la taille totale de pile, qui est de 30 verges cubes pour l'installation 1 et de 20 verges cubes pour l'installation 2. Les

tableaux 2.1 et 2.2 montrent les quantités ajoutées aux piles DF et DE de l'installation 1. Les tableaux 2.3 et 2.4 montrent les quantités ajoutées aux piles DF et DE de l'installation 2.

Le fabricant d'autocollants pour fruits et légumes a envoyé trop de ces autocollants à l'installation 1 : elle en a reçu environ 1 500 au lieu de 599. On a donc ajouté trop d'autocollants de ce type à la pile DF pendant les deux premiers jours du processus de dosage. On a corrigé cette erreur en réduisant le nombre d'autocollants pendant les neuf jours de dosage restants pour cette pile. À la fin, la quantité totale d'autocollants ajoutée a bel et bien été de 599. On a calculé le dosage de ces autocollants en divisant le nombre disponible d'autocollants fourni par le fabricant par les quatre piles dosées, en fonction du dosage et de la taille de pile souhaités.

Il a fallu modifier le dosage de la pile DE de l'installation 1. En effet, celle-ci a reçu plus de matières premières que prévu, de sorte que la constitution de la pile de 30 verges cubes s'est faite plus vite que prévu. L'équipe de projet a déterminé que les matériaux d'emballage compostables restants devraient être incorporés d'un seul coup dans la pile terminée, avant le début du PFRP.

Tableau 2.1 – Doses ajoutées à la pile DF de l'installation 1

Matériaux d'emballage compostables	Quantité totale	Nombre de jours de dosage	Quantité totale ajoutée par jour de dosage
Autocollant pour fruits et légumes	599	11	133, pendant deux jours 37, pendant neuf jours
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	195	15	13
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	1 905	15	127
Gobelets en papier couché APL	1 800	15	120
Gobelets en papier couché double APL	1 170	10	117

Tableau 2.2 – Doses ajoutées à la pile DE de l'installation 1

Matériaux d'emballage compostables	Quantité totale	Nombre de jours de dosage	Quantité totale ajoutée par jour de dosage
Autocollant pour fruits et légumes	1 185	15	79
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	400	15	26

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	3 780	15	252
Gobelets en papier couché APL	3 585	15	239
Gobelets en papier couché double APL	4 065	15	271

Tableau 2.3 – Doses ajoutées à la pile DF de l'installation 2

Matériaux d'emballage compostables	Quantité totale	Nombre de jours de dosage	Quantité totale ajoutée par jour de dosage
Autocollant pour fruits et légumes	400	3	132
Emballages de sandwiches en papier couché biopolymère	132	6	22
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	1 265	6	210
Gobelets en papier couché APL	1 198	6	199
Gobelets en papier couché double APL	1 198	3	399

Tableau 2.4 – Doses ajoutées à la pile DE de l'installation 2

Matériaux d'emballage compostables	Quantité totale	Nombre de jours de dosage	Quantité totale ajoutée par jour de dosage
Autocollant pour fruits et légumes	1 185	15	79
Emballages de sandwiches en papier couché biopolymère	400	15	26
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	3 780	15	252
Gobelets en papier couché APL	3 585	15	239
Gobelets en papier couché double APL	4 065	15	271

Le Tableau 2.5 montre les taux de dosage obtenus pour chaque pile dans les deux installations à partir des quantités ajoutées indiquées aux Tableau 2.1, Tableau 2.2, Tableau 2.3 et Tableau 2.4. Ces taux ont été calculés à partir du volume des piles et de la quantité de matériaux d'emballage compostables écrasés. L'équation suivante a été utilisée pour ce calcul :

$$\text{Taux de dosage} = \frac{\text{volume de matériaux dosés (verges cubes)}}{\text{volume total de la pile de compost (verges cubes)}}$$

$$\begin{aligned} &\text{Volume de matériaux dosés} \\ &= \text{volume de matériaux d'emballage compostables écrasés (verges cubes)} \\ &\times \text{nombre d'unités de matériel d'emballage compostable ajoutés à la pile de compost (unités)} \end{aligned}$$

Le volume des piles comprend les matières premières (déchets alimentaires ou déchets verts) ainsi que les agents structurants (copeaux de bois).

Tableau 2.5 – Taux (%) de dosage en fonction du volume pour les piles DF et DE des installations 1 et 2

Niveau de dosage	Installation 1 (%)	Installation 2 (%)
DF (dose faible)	6,8	5,8
DE (dose élevée)	11,4	11,6

2.1.1 Élaboration de la méthode par dosage

L'élaboration et l'application d'une méthode par dosage pour tester sur le terrain les matériaux d'emballage compostables figuraient parmi les éléments clés du projet pilote. Nous avons conçu cette méthode en tenant compte des recommandations de l'étude de Closed Loop Partners publiée sous le titre *Breaking it Down: The Realities of Compostable Packaging Disintegration in Composting Systems* (CLP, 2024), qui déconseillait la méthode du sac-filet, car elle ne reflète pas les conditions réelles de compostage. Contrairement aux sacs-filets, la méthode par dosage évalue la dégradation des matériaux lorsque les emballages sont incorporés directement dans les piles de compost. Elle permet ainsi une évaluation plus réaliste de la désintégration, car elle reflète plus fidèlement le compostage réel. Comme mentionné plus haut, le choix de petites installations communautaires était motivé par l'hypothèse initiale selon laquelle notre équipe pourrait utiliser l'ensemble de la pile comme échantillon, y compris les rejets. Dans la pratique, même ces piles plus petites étaient trop volumineuses pour être traitées en entier. L'équipe a donc dû utiliser une méthode de sous-échantillonnage, qui a révélé plusieurs renseignements importants :

- L'échantillonnage de piles entières convient mal aux essais sur le terrain.
- Il est nécessaire d'utiliser des facteurs de correction pour tenir compte du poids humide et des débris fixés aux matériaux afin d'estimer précisément la désintégration.
- Les mesures effectuées sur le terrain peuvent indiquer une désintégration nulle (0 %) alors qu'il y a bel et bien eu dégradation; voilà qui met en évidence les défis inhérents à la mesure de la décomposition des matériaux compostables.

Ces résultats soulignent la valeur de la méthode par dosage pour obtenir des modèles de dégradation plus réalistes. Ils mettent aussi en évidence les limites pratiques et les incertitudes inhérentes aux essais sur le terrain. L'annexe Annexe 1 : Méthode par dosage, donne plus de détails et présente les résultats de cette méthode.

2.1.2 Variabilité des sites d'essai

Le Tableau 2.6 présente la variabilité des sites d'essai de l'installation 1 et de l'installation 2 :

Tableau 2.6 – Variabilité des sites d'essai

Variable	Installation 1	Installation 2
Méthode de compostage	Pile statique aérée	Andains retournés
Taille de la pile dosée	30 verges cubes	20 verges cubes
Apport habituel de matériaux	Déchets alimentaires et de jardin seulement	Déchets alimentaires et de jardin, et matériaux d'emballage compostables
Délai pour constituer la pile	~3 semaines	~2 semaines
Nombre de jours par semaine où l'on a ajouté des matières premières aux piles	5	3
Conditions climatiques	Site plus protégé contre les vents	Site moins protégé contre les vents et plus élevé d'environ 2 000 pieds (610 mètres)

2.2 Limites du projet pilote

Si ce projet pilote fournit de précieux renseignements sur l'effet des matériaux d'emballage compostables sur la qualité du compost et l'exploitation des installations, dans des conditions de compostage réelles, il convient de mentionner certaines limites :

- **Nombre limité d'installations et de piles d'essais** : seules deux installations ont participé au projet pilote, toutes deux situées dans la même région aride des États-Unis. Chaque installation n'a constitué que trois piles d'essais, ce qui limite la généralisabilité des résultats, qui pourraient varier en fonction du climat.
- **Systèmes de compostage** : les deux systèmes de compostage mis à l'essai (PSAC et AR) sont similaires, et les résultats ne reflètent pas nécessairement les performances des matériaux d'emballage compostables dans d'autres systèmes, comme les systèmes de compostage fermés (*in-vessel*).
- **Préparation des matériaux** : les matériaux d'emballage compostables reçus étaient propres avant d'être ajoutés aux piles de compost. Dans des conditions réelles, ces emballages sont souvent souillés par des résidus alimentaires et l'humidité. Un tel état pourrait avoir une incidence sur la vitesse de dégradation et poser des problèmes d'exploitation.
- **Disponibilité des matériaux** : l'équipe de projet n'a pu utiliser que des matériaux d'emballage compostables faciles à trouver. Aucun matériau couché PHA compostable n'a été testé, car l'équipe n'a trouvé aucun fabricant capable de fournir rapidement ce produit.
- **Délai court et saisonnalité** : le projet pilote s'est déroulé en un seul cycle et n'a pas été reproduit sur plusieurs saisons. Les conditions météorologiques, comme la température,

l'humidité et les précipitations, n'ont pas été rigoureusement consignées. La variabilité saisonnière sur les résultats du compostage demeure donc méconnue.

- **Tests visant les propriétés biologiques et physiques :** les analyses en laboratoire demandées à chacune des installations pour le projet pilote correspondent à la série d'analyses exigées par le programme *Seal of Testing Assurance* (STA) de l'*US Composting Council* (USCC, Conseil américain du compostage). Cependant, l'installation 2 a commandé par inadvertance une série de tests moins exhaustifs qui n'incluaient ni les propriétés biologiques ni certaines propriétés physiques, notamment les analyses des microplastiques. Les résultats des tests biologiques de l'installation 1 étaient significatifs, donc l'absence de ces données pour l'installation 2 constitue une limite pour le projet pilote. En outre, la *Compost Research and Education Foundation* (CREF, fondation pour la recherche et l'éducation relatives au compostage) prévoit mettre à jour les *Test Methods for the Examination of Composting and Compost* (TMECC, méthodes d'essai pour l'examen des modes de compostage et du compost), afin de détecter la présence de films plastiques dans le compost. En effet, des changements importants ont eu lieu concernant la technologie et les connaissances scientifiques relatives au compost depuis l'introduction des méthodes d'essai actuelles (CREF, 2025)
- **Détection des SPFA :** les essais visant à détecter la présence de SPFA dans le compost en sont encore à l'état embryonnaire. Ils sont difficiles, car la quantité d'échantillons testée selon la méthode d'analyse de l'EPA n'est que de cinq grammes, et le compost est par nature hétérogène. La CREF prévoit une mise à jour des TMECC pour détecter la présence de SPFA dans le compost, la technologie et les connaissances scientifiques relatives au compost ayant beaucoup évolué depuis l'introduction des méthodes d'essai courantes. Les installations ont reçu une vidéo créée par la CREF qui décrit en détail comment elles doivent sous-échantillonner le compost pour s'assurer que l'échantillon sera représentatif de la pile au complet (CREF, 2025).
- **Faible humidité :** les trois piles de l'installation 2 ont affiché de faibles taux d'humidité tout au long du projet pilote, malgré le critère de sélection des installations qui voulait que le taux d'humidité des piles oscille en général entre 40 % et 65 %. Cette installation adhère généralement à ces fourchettes de taux d'humidité, mais le temps exceptionnellement sec qui a prévalu tout au long du projet pilote a agi sur ce facteur.
- **Broyage :** les matériaux d'emballage compostables n'ont pas été broyés avant le compostage. Le broyage aurait pu accélérer la désintégration, mais il a été intentionnellement exclu du projet pilote afin de reproduire des conditions réelles. En outre, le broyage ajoute à l'impact environnemental de l'activité, car il augmente la consommation d'énergie et l'utilisation des équipements, en plus d'être moins accessible pour de nombreuses installations de compostage communautaires et de taille moyenne.

3. Principales constatations

3.1 Effets sur la qualité du compost

Afin d'analyser et de comprendre l'effet des matériaux compostables testés sur la qualité du compost, on a testé des échantillons provenant des trois piles de compost des deux installations pour déterminer leurs propriétés chimiques. L'installation 1 a également testé les propriétés biologiques de ses piles DF et DE dans le but de détecter la présence d'agents pathogènes. Les résultats de chacun de ces tests sont présentés ci-dessous.

3.1.1 Propriétés chimiques

Les SPFA ont été échantillonnées et testées séparément des autres propriétés chimiques, et uniquement dans le compost fini. D'autres propriétés chimiques ont été testées dans le compost fini ainsi que dans la matière première.

Pour détecter la présence de SPFA dans le compost fini, on a prélevé des échantillons dans chacune des piles des deux installations une fois leur processus complet de compostage et leur criblage terminés. Les échantillons ont été placés dans des flacons pour échantillons de SPFA fournis aux installations par Eurofins Scientific, puis expédiés au laboratoire d'Eurofins. Les tests de détection de SPFA ont utilisé la méthode 1633A de l'EPA pour l'analyse des SPFA dans les échantillons aqueux, solides, biosolides et tissulaires par chromatographie en phase liquide-spectrométrie de masse en tandem (CL-SM/SM) (EPA, 2024).

Des échantillons de compost ont été prélevés dans chacune des piles des deux installations une fois leur processus de compostage complet terminé et après leur criblage; des échantillons de matières premières ont été prélevés dans chaque pile des deux installations une fois ces piles complètement constituées. Aucun des deux sites ne prélève habituellement des échantillons de matières premières, mais la méthode est identique à l'échantillonnage du compost fini, auquel procèdent les deux sites au moins une fois par trimestre ou par an. Les échantillons ont été envoyés à Midwest Laboratories Inc. pour analyse de la teneur en humidité, du pH, des nutriments et des concentrations en carbone et en azote. On a procédé à un échantillonnage des matières premières pour tenir compte des concentrations et propriétés avant compostage de manière à permettre une comparaison avec le compost fini.

SPFA

L'EPA a établi des *Regional Screening Levels* (RSL, seuils de détection régionaux; EPA, s. d.) pour plusieurs composés de SPFA dans les sols résidentiels et industriels. Certains États américains, comme Hawaï (Hawaii State Department of Health, 2020) et le Texas (TCEQ, 2025), fournissent également des concentrations indicatives de SPFA dans les sols. Ces concentrations diffèrent d'un État à l'autre. De même, au Canada, Santé Canada (SC) et le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) fournissent des concentrations indicatives pour les composés de SPFA dans le sol (ITRC, 2023). Certaines provinces, comme l'Alberta (gouvernement de l'Alberta, 2022) et la Colombie-Britannique (Hains et Richards, 2023), font de même. L'*Interstate Technology*

Regulatory Council (ITRC, Conseil inter-États de réglementation de la technologie) publie un document d'orientation technique et réglementaire sur les SPFA (ITRC, 2023), qui indique les concentrations recommandées de diverses SPFA dans les sols et l'eau aux États-Unis et au Canada ainsi que dans d'autres pays. Il convient de noter que l'on reconnaît de plus en plus que les SPFA constituent un enjeu environnemental et de santé publique en raison de leur persistance; les normes relatives aux SPFA présentes dans le sol et le compost évoluent donc rapidement, à mesure que paraissent de nouvelles études.

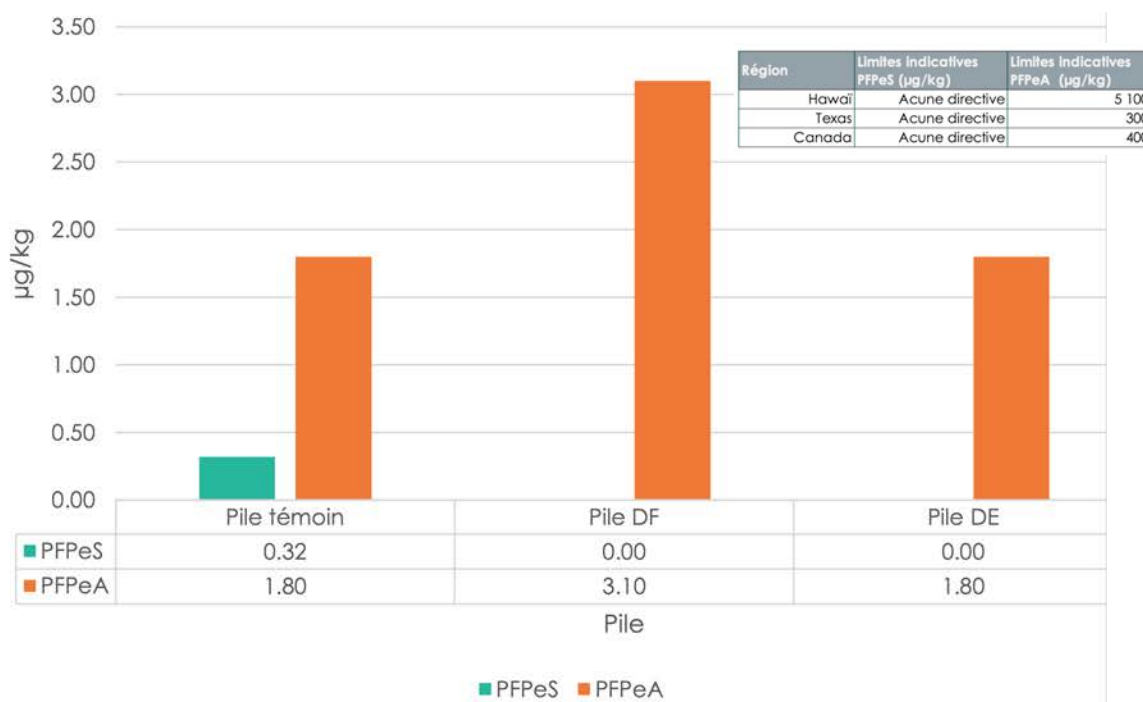
On a testé les quatre piles de compost dosées pour y détecter plus de 40 composés de SPFA. Seuls l'acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS) et l'acide perfluoropentanoïque (PFPeA) étaient mesurables dans l'installation 1, et seuls l'acide perfluorobutanoïque (APFB) et l'acide perfluorooctanoïque (APFO) étaient mesurables dans l'installation 2.

On a détecté des SPFA dans les trois piles de l'installation 1. On a détecté de la PFPeS à un taux de 0,32 µg/kg dans la pile témoin de l'installation 1, mais les piles DF et DE de cette installation n'en contenaient pas. Le PFPeS est un acide perfluoroalkylsulfonique, et il n'existe aucune directive officielle fédérale américaine ou canadienne propre à ce produit pour ce qui est de la qualité des sols ou du compost. Hawaï a adopté des directives réglementaires relatives au PFPeS dans les sols résidentiels (Hawaii State Department of Health, 2020); cependant, les quantités détectées dans la pile témoin de l'installation 1 sont nettement inférieures au seuil. Aucune province ou région du Canada n'a adopté de directives sur les SPFA propres au PFPeS. Étant donné que seule la pile témoin de l'installation 1 contenait du PFPeS, on peut en conclure que cette substance ne provient pas des matériaux d'emballage compostables. De plus, comme la quantité détectée est nettement inférieure aux limites indiquées dans les directives existantes, sa présence n'a pas été examinée plus avant.

On a détecté l'acide perfluoropentanoïque (PFPeA) à différentes concentrations à l'installation 1 : 1,80 µg/kg dans la pile témoin; 3,10 µg/kg dans la pile DF; 1,80 µg/kg dans la pile DE. Le PFPeA est un acide perfluoroalkylcarboxylique, et il ne fait l'objet d'aucune directive officielle de l'EPA ou du Canada sur la qualité des sols ou du compost. Deux États américains, Hawaï (Hawaii State Department of Health, 2020) et le Texas (TCEQ, 2025) ont publié des directives réglementaires concernant les concentrations de PFPeA dans les sols résidentiels; toutefois, les concentrations détectées dans les piles de l'installation 1 sont nettement inférieures aux seuils fixés par ces deux États. Aucune province ou région du Canada n'a adopté de directives sur les SPFA propres au PFPeA; cependant, Santé Canada a établi certaines directives concernant le PFPeA dans le sol (ITRC, 2023). Les concentrations les plus élevées de PFPeA provenaient de la pile DF de l'installation 1, donc il se pourrait que cette substance provienne des matériaux d'emballage compostables. Or, puisque les quantités détectées dans ses piles DF et DE sont identiques, toute relation entre la concentration élevée dans la pile DF et les matériaux compostables est peu probable. Comme il n'existe pas de limite indicative concernant la présence de PFPeA dans le sol, cette question n'a pas été examinée plus avant.

La Figure 3.1 indique la quantité de composés de SPFA (PFPeS et PFPeA) détectée dans les trois piles de l'installation 1, ainsi que les limites indicatives pour ces quantités.

Figure 3.1 – SPFA détectées dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 1, et limites indicatives



L'analyse a permis de détecter des SPFA dans la pile témoin et dans la pile DE de l'installation 2. De l'acide perfluorobutanoïque (APFB) a été détecté à une concentration de 1,20 µg/kg dans la pile DE de l'installation 2, mais pas dans la pile témoin ni dans la pile DF. Les lignes directrices de l'EPA sur les RSL de même que celles de Santé Canada incluent l'APFB; toutefois, la quantité détectée dans la pile DE de l'installation 2 est nettement inférieure aux limites indicatives (voir la **Error! Reference source not found.**). Comme l'APFB a été détecté uniquement dans la pile DE de l'installation 2, il se pourrait que cette substance provienne des matériaux d'emballage compostables. Comme la quantité détectée est nettement inférieure aux limites indicatives, cette question n'a pas été examinée plus avant.

L'analyse a également révélé la présence d'acide perfluorooctanoïque (APFO) dans la pile témoin de l'installation 2, à une concentration de 0,51 µg/kg, ainsi que dans la pile DE, à une concentration de 0,38 µg/kg. Cette substance n'a pas été détectée dans la pile DF. Dans la pile témoin et la pile DE, les taux mesurés sont nettement inférieurs aux limites indicatives de SC, mais supérieures dans ces deux piles à la limite régionale de 0,2 µg/kg des RSL de l'EPA pour le contact direct. Comme la concentration détectée d'APFO est la plus élevée dans la pile témoin, tout lien avec les matériaux d'emballage compostables demeure peu probable. Néanmoins, un examen plus approfondi permettrait de déterminer leur origine exacte.

La **Error! Reference source not found.** indique la concentration de SPFA (APFB et APFO) détectée dans les trois piles de l'installation 2, ainsi que les limites indicatives pour ces quantités.

Figure 3.2 – SPFA détectées dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 2, et limites indicatives



Humidité

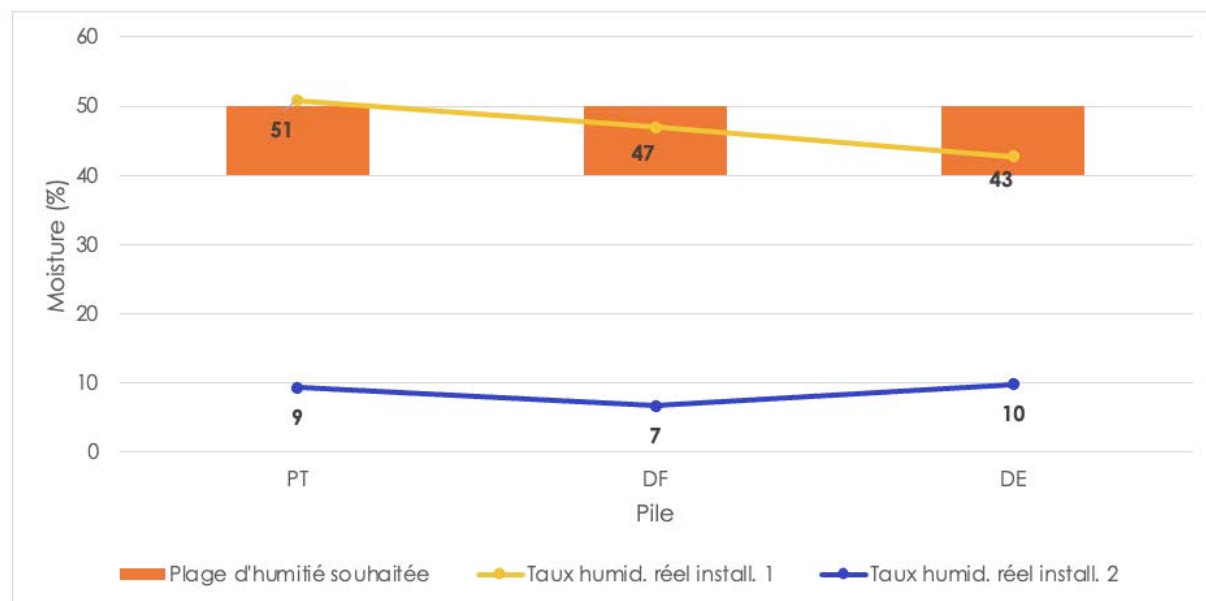
La Figure 3.3 indique la teneur en humidité du compost fini dans chacune des piles des installations 1 et 2, par rapport à la fourchette souhaitable d'humidité pour le compost fini.

La pile témoin de l'installation 1 affichait la teneur en humidité la plus élevée (51 %), suivie de la pile DF (47 %) et de la pile DE (43 %). Comme l'indique la Figure 3.3, le taux d'humidité diminue légèrement entre la pile témoin, la pile DF et la pile DE, ce qui pourrait indiquer un lien entre les matériaux d'emballage compostables et un taux d'humidité réduit dans le compost. Néanmoins les piles DF et DE affichent toutes les deux un taux d'humidité souhaitable pour le compost fini.

La pile DE de l'installation 2 présentait la teneur en humidité la plus élevée (10 %), suivie de la pile témoin (9 %) et de la pile DF (7 %). Ces taux sont demeurés faibles (inférieurs à la fourchette souhaitable pour le compost fini) tout au long du processus de compostage. Comme ces faibles taux caractérisaient les trois piles de compost de l'installation 2 et non seulement les piles dosées, on peut en conclure que les matériaux d'emballage compostables n'ont eu aucune incidence sur le compost fini. Ces faibles taux d'humidité s'expliquent par le fait qu'en général, l'installation 2 n'arrose pas ses piles, et que les précipitations ont été inférieures à la moyenne durant le projet pilote. L'installation 2 a ajouté de l'eau à ses piles lorsqu'on a constaté que les taux d'humidité

étaient trop bas; toutefois, il est généralement plus difficile d'augmenter le taux d'humidité des piles à un stade avancé du processus de compostage.

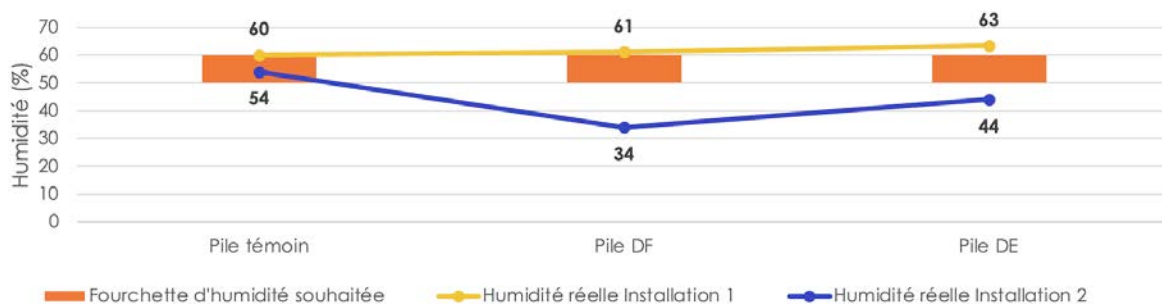
Figure 3.3 – Teneur en humidité du compost fini dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2



La Figure 3.4 montre la teneur en humidité des matières premières de chaque pile dans les installations 1 et 2, par rapport à la fourchette idéale de teneur en humidité pour les matières premières. Les piles DF et DE de l'installation 1 affichaient toutes deux une teneur en humidité des matières premières supérieure à la fourchette optimale pour un compostage rapide (50 à 60 %), mais toujours acceptable. La pile DE de l'installation 1 affichait la teneur en humidité la plus élevée (63 %), suivie de la pile DF (61 %) et de la pile témoin (60 %). Les piles DF et DE de l'installation 2 affichaient toutes les deux une teneur en humidité des matières premières inférieure à la fourchette optimale pour un compostage rapide (34 % et 44 % respectivement). La teneur en humidité de la pile DE se situait dans la fourchette acceptable; la teneur en humidité de la pile DF (34 %) était inférieure à la fourchette acceptable.

La comparaison entre la teneur en humidité des matières premières de l'installation 1 (plus élevée dans la pile DE, suivie de la pile DF puis de la pile témoin) et la teneur en humidité du compost fini (la plus élevée dans la pile témoin, suivie de la pile DF et de la pile DE) pourrait indiquer que l'inclusion de produits compostables a eu un effet négatif sur l'humidité. On n'observe pas cette tendance dans l'installation 2, mais cette dernière, contrairement à l'installation 1, n'a pas régulièrement ajouté d'eau pendant le processus de compostage.

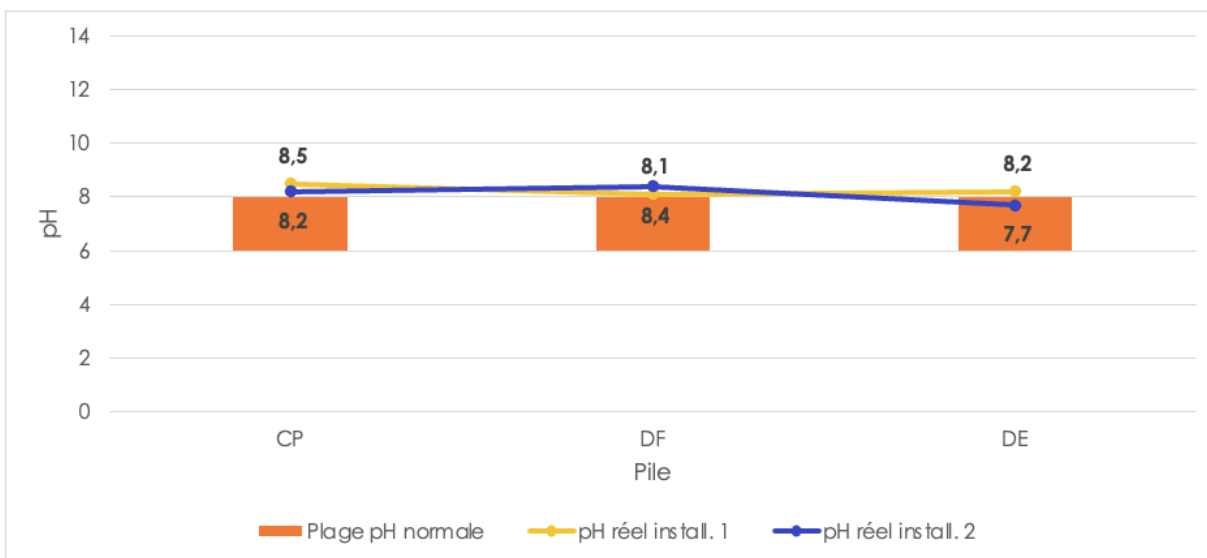
Figure 3.4 – Teneur en humidité des matières premières dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2



pH

La Figure 3.5 indique le pH du compost fini pour chaque pile des installations 1 et 2. Toutes les piles de l'installation 1 affichent un pH compris entre 8,1 et 8,5 – elles sont donc légèrement alcalines. Le pH varie peu dans les trois piles de l'installation 1; il est le plus élevé dans la pile témoin, ce qui indique que les matériaux d'emballage compostables n'ont probablement eu aucun effet mesurable sur le pH du compost. De même, toutes les piles de l'installation 2 affichent un pH légèrement alcalin, compris entre 7,7 et 8,4. La faible variation du pH de ces trois piles indique que les articles compostables testés n'ont eu aucun effet mesurable sur le pH du compost.

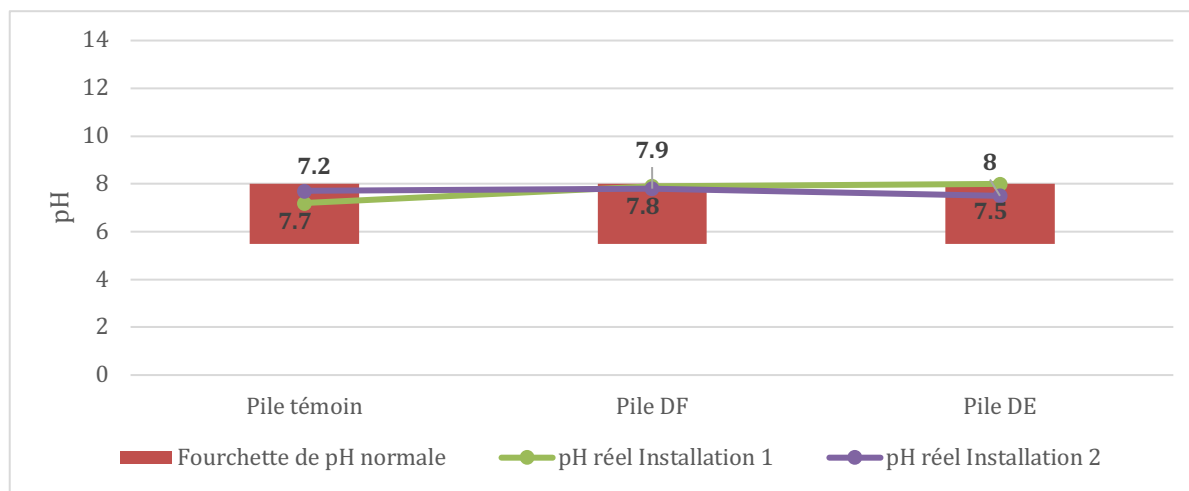
Figure 3.5 – pH du compost fini dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2



La Figure 3.6 indique le pH des matières premières pour chaque pile des installations 1 et 2. Toutes les piles de l'installation 1 affichent un pH compris entre 7,2 et 8,0 – elles sont donc légèrement basiques. Le pH varie peu dans ces trois piles, ce qui indique que les éléments compostables testés n'ont eu aucun effet mesurable sur le pH des matières premières.

De même, toutes les piles de l'installation 2 affichent un pH compris entre 7,5 et 7,8 – elles sont donc elles aussi légèrement basiques. Le pH varie peu dans ces trois piles, ce qui donne à penser que les éléments compostables testés n'ont eu aucun effet mesurable sur le pH des matières premières.

Figure 3.6 – pH des matières premières dans les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2



Indice de nutriments

Le Tableau 3.1 indique les types de sols et les utilisations du compost fini, selon différents indices de nutriments, et le Source : Midwest Laboratories (2025), Compost Result Interpretations.

Tableau 3.2 indique les indices de nutriments pour toutes les piles, dans les deux installations.

Comme l'indique le Source : Midwest Laboratories (2025), Compost Result Interpretations.

Tableau 3.2, la pile témoin et la pile DE de l'installation 1 affichaient des indices de nutriments de 7,0 et 8,6 respectivement, ce qui indique que le compost de ces deux piles était riche en nutriments et ne présentait pas de concentrations élevées de sodium. Ce type de compost convient le mieux aux sols mal drainés, avec une eau de mauvaise qualité ou une forte teneur en sel. La pile DF de l'installation 1 affichait un indice de nutriments supérieur à 10, soit un compost qui convient à tous les types de sols. Étant donné que toutes les piles de l'installation 1 présentaient des indices de nutriments favorables et un faible écart entre les piles témoin, DF et DE, il est peu probable que les matériaux d'emballage compostables aient eu un effet mesurable sur l'indice de nutriments du compost fini.

Le Source : Midwest Laboratories (2025), Compost Result Interpretations.

Tableau 3.2 indique que les piles témoin, DF et DE de l'installation 2 affichaient des indices de nutriments de 1,4, 2,0 et 1,7 respectivement, signe d'une concentration élevée en sodium dans le compost fini de ces trois piles. Les faibles taux d'humidité de ces piles pourraient y être pour quelque chose. En effet, l'humidité est essentielle au déplacement des substances dans les piles de compost

et favorise l'activité microbienne sur les nutriments dans la matière organique (EPA, 2016). Étant donné le faible écart entre les indices de nutriments des trois piles de l'installation 2, il est peu probable que les matériaux d'emballage compostables aient eu un effet mesurable sur l'indice de nutriments du compost fini.

Tableau 3.1 – Utilisation recommandée du compost à divers indices de nutriments selon le type de sol

Fourchette d'indices de nutriments	Type de sol
1	Sols à salinité possiblement élevée
2 à 5	Sols très bien drainés, avec une eau de bonne qualité et une faible salinité
6 à 10	Sols mal drainés, avec une eau de mauvaise qualité ou une salinité élevée
Plus de 10	Tous les sols

Source : Midwest Laboratories (2025), Compost Result Interpretations.

Tableau 3.2 – Indices de nutriments du compost fini pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2

Pile	Installation 1	Installation 2
Pile témoin	7,0	1,4
Pile DF	>10	2,0
Pile DE	8,6	1,7

Rapport carbone sur azote (C/N)

Le Tableau 3.3 indique le rapport C/N du compost fini et des matières premières pour chacune des piles des deux installations.

Le rapport C/N idéal pour le compost fini se situe entre 10:1 et 20:1 (Midwest Laboratories, 2025). Un compost au rapport C/N élevé (trop de carbone) se décompose plus lentement, tandis qu'un rapport C/N faible (trop d'azote) peut rendre la pile plus difficile à gérer. Pour l'installation 1, les rapports C/N du compost fini se situaient entre 13:1 et 20:1, et entre 15:1 et 18:1 pour l'installation 2. Dans les deux cas, ces rapports se situaient dans la fourchette idéale pour le compost fini.

Le rapport C/N optimal des matières premières pour un compostage rapide se situe entre 25:1 et 40:1, avec une fourchette acceptable comprise entre 20:1 et 60:1 (Midwest Laboratories, 2025). Les rapports C/N des matières premières de l'installation 1 variaient entre 18:1 et 20:1, tous en dehors de la fourchette optimale pour un compostage rapide. Les piles DF et DE de l'installation 1 se situaient dans la fourchette acceptable du rapport C/N; cependant, la pile témoin se situait hors de cette fourchette. Les trois piles de l'installation 2 se situaient dans la fourchette acceptable du

rapport C/N pour les matières premières; la pile témoin et la pile DE se situaient dans la fourchette optimale pour un compostage rapide.

Tableau 3.3 – Rapports C/N du compost fini et des matières premières pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2

Installation	Pile témoin	Pile DF	Pile DE
Installation 1, compost fini	13:1	13:1	20:1
Installation 2, compost fini	18:1	15:1	18:1
Installation 1, matières premières	18:1	20:1	20:1
Installation 2, matières premières	33:1	20:1	32:1

Matière organique

Le Tableau 3.4 indique la teneur en matière organique du compost fini dans les trois piles des deux installations. Une teneur en matière organique supérieure à 20 % en poids sec est souhaitable pour le compost fini (Midwest Laboratories, 2025).

La teneur en matière organique du compost fini provenant de l'installation 1 variait de 68 % à 77 %, et de 12 % à 29 % pour l'installation 2. La pile témoin de l'installation 2 affichait une teneur en matière organique de 12 %, ce qui est inférieur à la quantité souhaitable. Cependant, ses piles DF et DE avaient toutes deux une teneur en matière organique supérieure à 20 %, ce qui donne à penser que les matériaux d'emballage compostables n'ont eu aucun effet sur la teneur en matière organique du compost fini.

Tableau 3.4 – Teneur en matière organique (%) du compost fini pour les piles témoins, DF et DE des installations 1 et 2, en poids sec

Installation	Pile témoin (%)	Pile DF (%)	Pile DE (%)
Installation 1	77	68	72
Installation 2	12	22	29

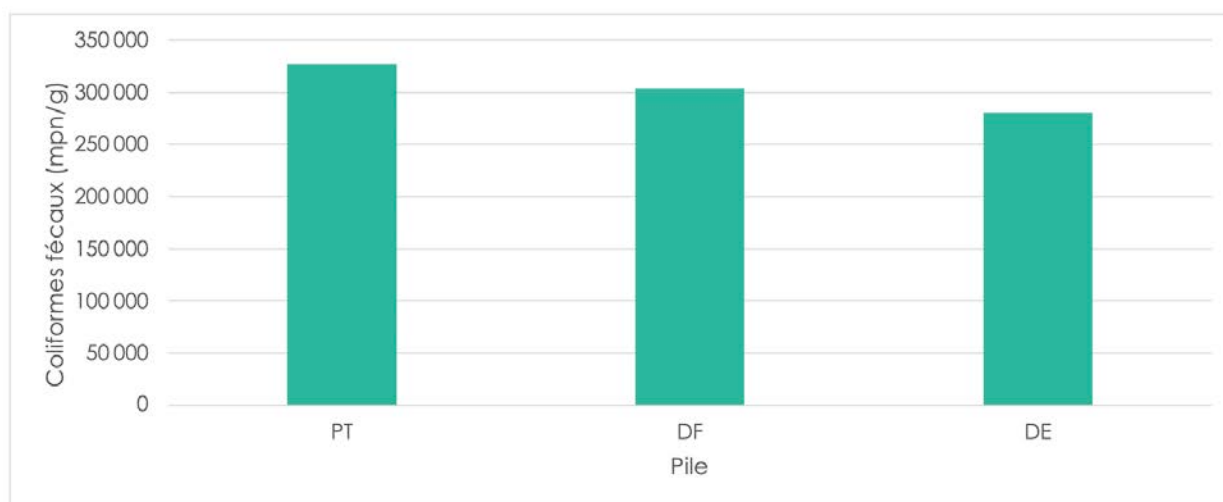
3.1.2 Propriétés biologiques et physiques

Comme mentionné précédemment, seules les piles de l'installation 1 ont fait l'objet de tests et d'analyses de leurs propriétés biologiques et physiques.

Les résultats notables de ces tests incluent le dépassement des limites de détection pour les coliformes fécaux et la salmonelle présents dans le compost – 0,20 NPP/g (nombre le plus probable par gramme) et 1,2/4 g respectivement. Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de bactéries coliformes qui proviennent habituellement des intestins d'animaux à sang chaud. Les salmonelles sont des bactéries qui vivent habituellement dans l'intestin des animaux (le plus souvent des volailles) et qui peuvent causer différents types d'infections.

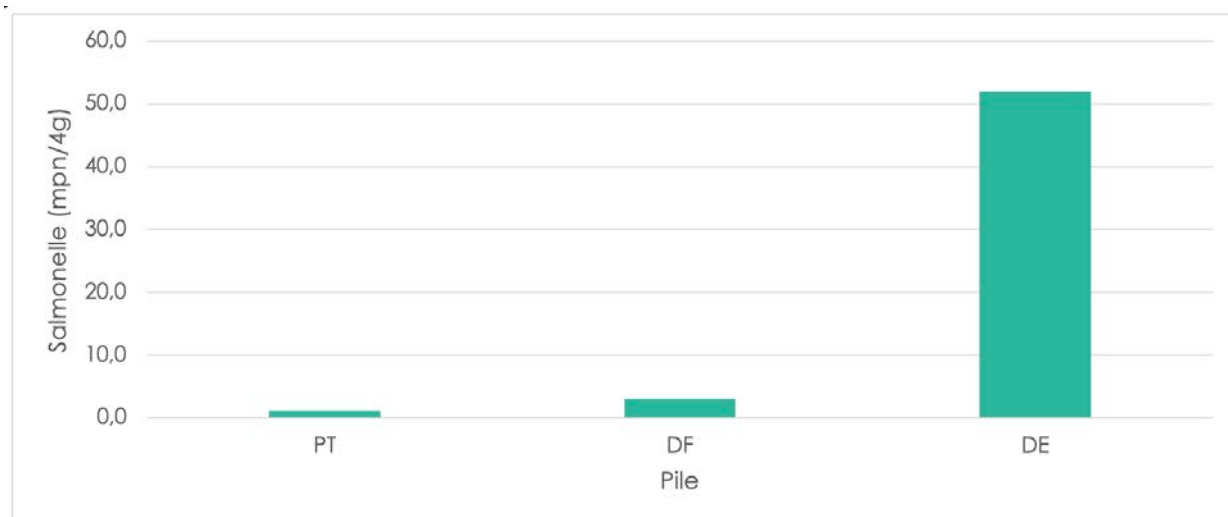
La Figure 3.7 montre la concentration de coliformes fécaux trouvée dans chacune des piles de compost de l'installation 1. Les trois piles affichaient des quantités de coliformes fécaux nettement supérieures à la limite de détection (0,20 NPP/g dans le compost). La pile témoin affichait le plus haut taux de coliformes fécaux (326,966 NPP/g), suivie de la pile DF (303,642 NPP/g) et de la pile DE (280,754 NPP/g). Comme la concentration de coliformes fécaux est plus élevée dans la pile témoin de l'installation 1 et que nous constatons une tendance à la baisse de cette concentration à mesure que le dosage dans les piles augmente, il est peu probable que les matériaux d'emballage compostables expliquent leur présence dans l'une ou l'autre des piles de cette installation. Soulignons toutefois que les concentrations détectées sont nettement supérieures à celles observées lors des tests précédents effectués dans l'installation 1. Un examen plus approfondi permettrait de déterminer exactement pourquoi les concentrations détectées sont si élevées.

Figure 3.7 – Présence de coliformes fécaux dans les piles témoin, DF et DE de l'installation 1



La Figure 3.8 indique la concentration de salmonelle détectée dans chacune des piles de compost de l'installation 1. Les trois piles de compost affichaient une concentration en salmonelle supérieure à la limite de détection (1,2 NPP/4 g dans le compost). La pile DE présentait le plus haut taux de salmonelle (52 NPP/4 g), suivi de la pile DF (3 NPP/4 g) et de la pile témoin (<1,2 NPP/4 g). Il convient de noter que cette installation n'avait jamais auparavant détecté des concentrations de salmonelle supérieures à la limite de détection dans ses piles. Étant donné que la concentration de salmonelle dans les piles de l'installation 1 a augmenté parallèlement à l'augmentation des doses de matériaux compostables à l'essai, il se pourrait que ces derniers expliquent la présence de salmonelle dans les piles DE et DF. Plusieurs autres facteurs pourraient expliquer la présence de salmonelle, par exemple les matières premières collectées par l'exploitant de l'installation, qui sont variables par nature. Un examen plus approfondi permettrait de déterminer la cause exacte de cette constatation.

Figure 3.8 – Présence de salmonelle dans les piles témoins, DF et DE de l'installation 1



Les tests relatifs aux propriétés physiques réalisés à l'installation 1 comprenaient la détection des microplastiques (films plastiques et plastiques durs) et d'autres contaminants dans le compost fini, comme des fragments de métal et de verre et des objets tranchants. Ces tests, effectués par Midwest Laboratories conformément à la méthode TMECC, comprenaient un balayage et un traitement d'images numériques afin de quantifier la surface relative des films plastiques par unité de volume de compost (USCC, 2002). Les matériaux d'emballage compostables comme ceux qui font l'objet du projet pilote doivent se décomposer dans les systèmes de compostage. Or, des études ont montré qu'ils se réduisent souvent en microplastiques au lieu de se dégrader complètement. La présence de microplastiques dans le compost peut avoir des effets néfastes sur le sol où il est utilisé. Des études ont montré que les microplastiques peuvent réduire la biomasse racinaire et modifier les processus physiologiques des plantes et ainsi entraîner une baisse de leur productivité (Hasan, 2025). Aucun microplastique ni autre contaminant mentionné n'a été détecté dans les échantillons prélevés dans les piles de l'installation 1.

3.2 Effets sur l'exploitation des installations

Ce projet pilote visait à mieux comprendre les effets physiques et chimiques des emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables sur le produit fini, mais aussi à évaluer les défis pour les exploitants touchant l'exploitation de leurs installations. En fin de compte, les constatations qui se dégagent de ce projet aideront les installations de compostage à déterminer si elles peuvent accepter plus de matériaux d'emballage certifiés compostables. Les effets sur l'exploitation fréquemment relevés par les deux installations tout au long du projet pilote sont les suivants :

Incidence sur le personnel et conditions sur place

- Les exploitants des deux installations participantes du projet pilote ont mentionné le travail supplémentaire requis, en particulier pour le personnel chargé de réintroduire dans les piles les matériaux emportés par le vent ou qui étaient ressortis des piles. Selon les responsables des deux installations, les matériaux d'emballage compostables ont tendance à aboutir en marge des piles durant le processus de compostage. La Figure 3.9 illustre ce phénomène à l'installation 1. Le personnel de l'installation a résolu ce problème en récupérant et en ratissant les produits testés qui s'étaient échappés, puis en les réintroduisant dans la pile. Ce problème était peut-être plus marqué dans le cadre du projet pilote. En effet, les matériaux étaient relativement peu souillés, et par conséquent plus légers que ceux qui auraient contenu des aliments ou des boissons et qui auraient abouti dans les déchets alimentaires avant le compostage. Le broyage préalable des matériaux d'emballage compostables pourrait créer des conditions différentes qui modifieraient les effets observés; toutefois, il s'agit d'une étape supplémentaire qui exigerait plus de travail.
- Les responsables de l'installation 2 ont également mentionné le travail supplémentaire requis pour ajouter de l'eau aux piles trop sèches. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cet état : le temps sec, la taille réduite des piles et/ou l'ajout de produits compostables.

Figure 3.9 – Exemple de matériaux d'emballage compostables à l'extérieur de la pile DE à l'installation 1



Aux deux installations, les températures mesurées étaient parfois inférieures à la température idéale dans certaines piles. Dans le cas de l'installation 2, la sécheresse y était sans doute pour quelque chose; à l'installation 1, une sonde de température défectueuse était en cause. Une fois cette sonde remplacée, on a constaté des températures dans la fourchette idéale.

Défis techniques/limites

- À l'installation 1, on a enregistré des mesures d'oxygène variables tout au long du projet pilote, à cause d'une sonde d'oxygène capricieuse. On a cependant veillé à prendre suffisamment de mesures pour stabiliser la sonde et ainsi obtenir une mesure moyenne jugée fiable.
- À l'installation 2, on a dû retarder la constitution de la pile témoin à cause d'un retard dans la livraison des produits à tester.
- Aux deux installations, on a dû modifier à plusieurs reprises les taux de dosage des piles DF à cause d'un retard dans la livraison des produits à tester.
- La pile DE de l'installation 1 a été constituée plus rapidement que prévu. Les responsables de l'installation ont expliqué la situation par l'intégration de nouveaux clients commerciaux

en avril. On a néanmoins réussi à introduire tous les matériaux à tester dans la pile et à maintenir une pile d'environ 30 verges cubes.

Perceptions des exploitants d'installation au cours du processus de compostage

Tout au long du projet pilote, on a demandé aux exploitants des deux installations leur avis sur la quantité de matériaux d'emballage compostables qu'on ajoutait aux piles. Les doses étaient presque identiques pour les deux sites, mais :

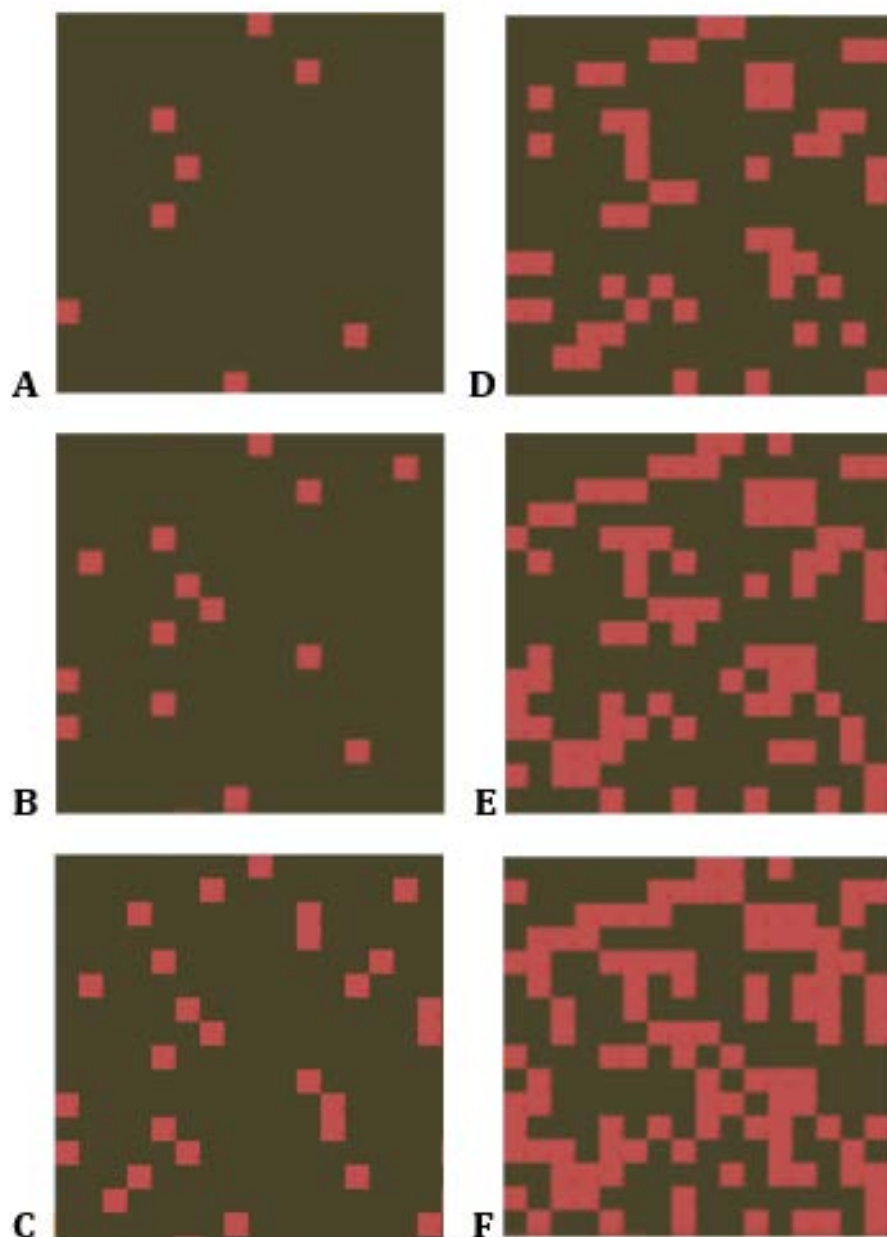
- à l'installation 1, on a estimé que la concentration de matériaux d'emballage compostables était excessive dans la pile DE;
- à l'installation 2, on a estimé que cette concentration était normale dans les deux piles.

Ces constatations pourraient s'expliquer par le fait que l'installation 2 acceptait les matériaux compostables avant le projet pilote, contrairement à l'installation 1.

Dans des conditions normales d'exploitation, on ne mesure pas les quantités de matériaux d'emballage compostables ajoutées; les exploitants des installations font une évaluation visuelle, comme celle qu'illustre la Figure 3.10, pour estimer de la quantité de matériaux dans leurs piles de compost. On utilise couramment ce type d'évaluation pour d'autres intrants non mesurés, par exemple les contaminants, et une évaluation visuelle de la quantité d'intrants ajoutés permet de plus facilement constituer des piles. Les matériaux d'emballage compostables représentent un intrant relativement nouveau dans le domaine du compostage. Par conséquent, il est difficile de comparer toute évaluation visuelle avec la quantité réelle de matériaux d'emballage compostables ajoutée à une pile. On ne sait non plus comment cette évaluation évolue à mesure que le matériau est composté.

Tout au long du projet pilote, on a demandé aux exploitants des installations de faire des évaluations visuelles afin de rapprocher le chargement visuel et les mesures reproductibles des matériaux d'emballage compostables réellement ajoutés aux piles. Pour ce faire, ils ont comparé l'aspect visuel de leurs piles aux images présentées à la Figure 3.10, en notant quelle image ressemblait le plus à la quantité de matériaux d'emballage compostables visibles dans chaque pile. Les marques rouges dans la figure représentent les matériaux d'emballage compostables, et les sections en brun représentent le reste de la pile de compost.

Figure 3.10 – Représentations visuelles du dosage



Remarque : rouge = matériaux d'emballage compostables; brun = le reste de la pile de compost (Images créées par l'équipe de projet Eunomia).

Chaque image (A à F) illustrée à la Figure 3.10 illustre un taux de dosage basé sur le volume allant de 2,5 % (carré A) à 40 % (carré F). Le Tableau 3.5 indique le taux de dosage que chaque image représente, tandis que le Tableau 3.6 et le Tableau 3.7 montrent quelle image représente le mieux, selon les responsables des installations, la quantité de matériaux d'emballage compostables visibles dans chaque pile, par rapport au dosage réel. À l'installation 1, la perception de la quantité de matériaux d'emballage compostables ajoutée aux deux piles après leur dernier retournement était proche des taux de dosage réels. À l'installation 2, on a estimé que la pile DF contenait plus de

matériaux d'emballage compostables que la quantité réellement ajoutée, en se basant sur le taux de dosage de matériaux écrasés.

Tableau 3.5 – Taux de dosage des images de la figure 3.10

Image	Taux de dosage (%)
A	2,5
B	5
C	10
D	20
E	30
F	40

Tableau 3.6 – Comparaison entre la visualisation des dosages de l'installation 1 et le taux de dosage réel

Étape	Concentration dans la pile DF (%)	Concentration dans la pile DE (%)
Après le dosage	D = 20	F = 40
Après le premier retournement	D = 20	F = 40
Après le deuxième retournement	C = 10	E = 30
Après le troisième retournement	B = 5	C = 10
Après le dernier retournement	A/B = 2,5-5	C = 10
Taux de dosage réel (volume écrasé)	6,8	11,4

Tableau 3.7 – Comparaison entre la visualisation des dosages de l'installation 2 et le taux de dosage réel

Étape	Concentration dans la pile DF (%)	Concentration dans la pile DE (%)
Après le dosage	E = 30	E = 30
Après le PFRP	D = 20	D = 20
Avant le criblage	C = 10	C = 10
Taux de dosage réel (volume écrasé)	5,8	11,6

Opinions des exploitants d'installation sur la qualité du compost fini

On a invité les deux exploitants à donner leur avis sur la qualité du compost à la fin du projet pilote, après le criblage des piles. L'exploitant de l'installation 1 a dit qu'il voyait bien que la pile DF contenait des matériaux d'emballage compostables, et qu'ils étaient faciles à distinguer du reste de

la pile de compost avant le criblage. Il a également dit que le compost fini avait belle allure et ne contenait aucun fragment visible de matériaux d'emballage compostables. Selon cette personne, les matériaux d'emballage compostables trouvés dans la pile DE ressemblaient à des déchets et elle n'accepterait jamais une telle quantité de matériaux sur son site. Elle a également mentionné que des morceaux de matériaux d'emballage compostables étaient visibles dans la pile DE, après le criblage. La Figure 3.11 montre les piles DF et DE de l'installation 1 à la fin du processus de compostage, avant le criblage.

Figure 3.11 – Piles DF (à gauche) et DE (à droite) de l'installation 1 le jour du criblage, avant cette opération



Selon l'exploitant de l'installation 2, les déchets alimentaires de la pile DF étaient entièrement compostés, mais les matériaux d'emballage compostables étaient un peu moins désintégrés que d'habitude. Il pensait que c'était peut-être dû au faible taux d'humidité dans la pile. Cette hypothèse est en partie corroborée par une étude de Closed Loop Partners intitulée *Breaking it Down: The Realities of Compostable Packaging Disintegration in Composting Systems* (CLP, 2024). D'après cette étude, des taux d'humidité hebdomadaires supérieurs à 50 % intensifient la désintégration des emballages et produits en fibre. L'exploitant a tenu les mêmes propos au sujet de la pile DE, malgré son taux d'humidité plus élevé que celui de la pile DF. La Figure 3.12 montre les piles DF et DE de l'installation 2 à la fin du processus de compostage, avant le criblage.

Figure 3.12 – Piles DF (à gauche) et DE (à droite) de l'installation 2 le jour du criblage, avant cette opération



Incidence sur les coûts pour les exploitants d'installation

L'ajout de matériaux d'emballage compostables aux activités de compostage entraîne des coûts d'exploitation supplémentaires. Or, ces coûts sont souvent difficiles à quantifier avec précision. À l'installation 2, l'effet le plus mesurable était le travail requis pour collecter les matériaux emportés par le vent; on l'estime à environ une heure de travail pour 10 verges cubes d'emballages compostables ajoutés. À l'installation 1, on a davantage insisté sur la charge de travail supplémentaire. On a estimé que l'ajout de matériaux compostables doublait pratiquement les temps de traitement et de gestion : 40 heures ont été ajoutées aux 35 heures habituelles de traitement et de gestion sur une période de 16 semaines. À l'installation 1, le temps supplémentaire a été principalement consacré au retrait quotidien de déchets et au criblage des matières compostables. Le traitement de matériaux légers pendant le mélange était également un facteur. En outre, à mesure que le volume total augmente, le temps et les coûts augmentent en lien direct avec la quantité de matières compostables et de matériaux. D'autres facteurs, comme l'état des matières premières entrantes (ensachées, en vrac ou mélangées à des déchets alimentaires) ainsi que les conditions environnementales, peuvent déterminer les besoins en main-d'œuvre, qui sont variables.

Les points de vue divergents des responsables des deux installations quant à l'incidence sur la main-d'œuvre reflètent probablement leurs exigences et priorités relatives à l'exploitation. À l'installation 1, on accorde une grande importance à la qualité du compost et à l'uniformité du produit. Le travail supplémentaire requis pour préserver la valeur esthétique du compost, vendu à prix élevé pour maintenir à flot une exploitation à petite échelle, représente un lourd fardeau financier. En revanche, l'installation 2 a pour priorité de répondre aux besoins de sa collectivité, qui a adopté les matériaux d'emballage compostables. Elle accepte donc plus facilement les exigences supplémentaires en matière de traitement. Dans les deux installations, on constate une forte demande pour le produit fini, qu'elles parviennent à vendre entièrement. Il convient de noter que l'installation 2 a été rémunérée par les fabricants des matériaux compostables qu'elle accepte; pour sa part, l'installation 1 a jusqu'à présent choisi de ne pas suivre cette voie. Ces différences laissent croire que l'incidence perçue du travail supplémentaire dépend largement des objectifs et méthodes de chaque installation. Ainsi, il est préférable de prendre les décisions relatives à

l'intégration de matériaux d'emballage compostables en coordination avec les installations, plutôt que les imposer de l'externe.

Dans l'ensemble, le traitement d'emballages compostables crée une charge de travail supplémentaire, dont l'incidence financière peut varier considérablement d'une installation à l'autre. Dans le cadre du compostage de grande envergure, ces coûts peuvent varier en fonction de la taille des piles, de l'équipement utilisé et des capacités de traitement automatisé. Les plus grandes installations peuvent également avoir plus de ressources pour absorber cette charge de travail supplémentaire.

3.3 Résultats de la désintégration

Le calcul des taux de désintégration a été fait en fonction du poids; ce calcul est décrit à l'annexe Annexe 1 : Méthode par dosage. Il consiste à comparer le poids humide final des matériaux d'emballage compostables avec leur poids humide initial. On procède au calcul pour chaque article, en comparant le poids humide final moyen des matériaux d'emballage compostables avec leur poids humide initial avant le compostage. On a calculé le poids humide initial en saturant d'eau les matériaux d'emballage compostables, puis en les laissant sécher avant de les peser. Le poids humide a été préféré au poids sec, car la mesure basée sur le poids humide reflète l'activité dans la pile de compost et fournit une analyse plus réaliste.

Il convient de noter que les poids utilisés pour calculer ces taux de désintégration proviennent d'échantillons prélevés dans chaque pile. On a échantillonné entre 3 % et 5 % de chaque pile de compost.

Le Tableau 3.8 indique les taux de désintégration de chaque matériau d'emballage compostable, dans chaque pile de compost testée dans les deux installations. Ces résultats sont résumés ci-dessous :

- **Autocollants pour fruits et légumes** : ces autocollants ont été difficiles à détecter lors du tri du compost échantillonné; cela laisse croire qu'ils s'étaient presque tous désintégrés. Leur taux de désintégration dans toutes les piles était de 100 %.
- **Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère** : de petits morceaux et fragments d'emballages de sandwichs ont été trouvés dans les échantillons prélevés dans les piles de compost dosées, pour la plupart dans la pile DF de l'installation 2. Leur taux de désintégration calculé était compris entre 83 % et 95 %.
- **Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL** : la désintégration de ces bols fut variable dans toutes les piles de compost dosées. La pile DF de l'installation 1 affichait un taux de désintégration d'environ 96 %, mais ce taux n'était que de 86 % pour la pile DE. L'installation 2 a également constaté une diminution des taux de désintégration entre ses piles DE et DF (passant d'environ 80 % à environ 62 %). Cette différence était probablement attribuable aux faibles taux d'humidité observés dans la pile DF, et c'était le cas pour tous les types de matériaux d'emballage compostables.

- **Gobelets en papier couché APL** : la désintégration de ces gobelets fut également variable dans toutes les piles dosées de compostage. La pile DF de l'installation 1 présentait un taux de désintégration d'environ 95 %, mais celui de la pile DE n'atteignait que 84 %. Cela indique qu'une plus grande quantité de matériaux d'emballage compostables a eu un effet négatif sur le taux de désintégration de ces produits, comme pour les bols en fibre couchée APL. Cependant, la pile DF de l'installation 2 a affiché un taux de désintégration d'environ 65 %, alors qu'il était d'environ 88 % pour la pile DE.
- **Gobelets en papier couché double APL** : la désintégration des gobelets en papier couché double APL fut elle aussi variable dans toutes les piles de compost dosées. La pile DF de l'installation 1 a affiché un taux de désintégration d'environ 77 %, tandis que ce taux était de 73 % pour la pile DE. Cela indique qu'une plus grande quantité de matériaux d'emballage compostables a entraîné un effet négatif sur les taux de désintégration de ces produits. Les piles DF de l'installation 2 ont affiché un taux de désintégration d'environ 51 %, alors que ce taux était supérieur à 78 % pour les deux piles DE.

Le Tableau 3.8 résume ces taux de désintégration.

Tableau 3.8 – Taux de désintégration basés sur le poids humide

Matériaux d'emballage compostables	Installation 1 Pile DF (%)	Installation 1 Pile DE (%)	Installation 2 Pile DF (%)	Installation 2 Pile DE (%)
Gobelet en papier couché APL	95	84	65	88
Gobelet en papier couché double APL	77	73	51	78
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	96	86	62	80
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	95	89	83	93
Autocollants pour fruits et légumes	100	100	100	100

Nous avons calculé les intervalles de confiance afin d'indiquer le degré de certitude concernant le taux de désintégration moyen de chaque matériau, selon les étapes suivantes :

- D'abord, nous avons calculé le taux moyen de désintégration en additionnant les valeurs des répliquats et en les divisant par le nombre d'échantillons.
- Ensuite, nous avons mesuré la variation entre ces répliquats, qui indique le degré de constance ou de variabilité des résultats pour ce matériau.
- À partir de cette variation et du nombre d'échantillons, nous avons utilisé la fonction statistique intégrée à Excel pour calculer un intervalle de confiance de 95 %.

Cet intervalle produit une limite supérieure et une limite inférieure autour de la valeur moyenne, qui représente la fourchette dans laquelle se situerait probablement le « vrai » taux de désintégration si le test était répété plusieurs fois dans des conditions similaires.

- Un intervalle de confiance étroit indique des mesures de répliquats très similaires, et donc un résultat moyen très fiable.
- Un intervalle de confiance large indique des résultats plus variables entre les répliquats; la moyenne réelle peut donc être supérieure ou inférieure à la moyenne calculée.

Les Tableau 3.9, Tableau 3.10, **Error! Reference source not found.** et Tableau 3.12 indiquent les intervalles de confiance calculés pour chacune des piles, ainsi qu'une interprétation de leur signification pour chaque type de matériau d'emballage compostable dans chaque pile. Les Figure 3.13, Figure 3.15 et Figure 3.16 offrent des représentations graphiques de ces intervalles de confiance.

Tableau 3.9 – Intervalles de confiance (IC) du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 1

Matériau d'emballage compostable	Moyenne (%)	IC inférieur (%)	IC supérieur (%)	Interprétation
Gobelet en papier couché APL	95,32	91,53	99,12	IC très étroit → taux de désintégration très uniforme d'environ 95 %.
Gobelet en papier couché double APL	76,52	60,13	92,91	IC large → désintégration variable, signe d'une dégradation irrégulière ou une possible variation des mesures.
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	95,60	92,74	98,47	IC étroit → performance stable et fiable de tous les répliquats.
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	95,41	93,07	97,76	IC étroit → résultats reproductibles et dégradation uniforme.
Autocollants pour fruits et légumes	100,00	100,00	100,00	Aucune variation → désintégration complète dans tous les répliquats.

Figure 3.13 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l’installation 1

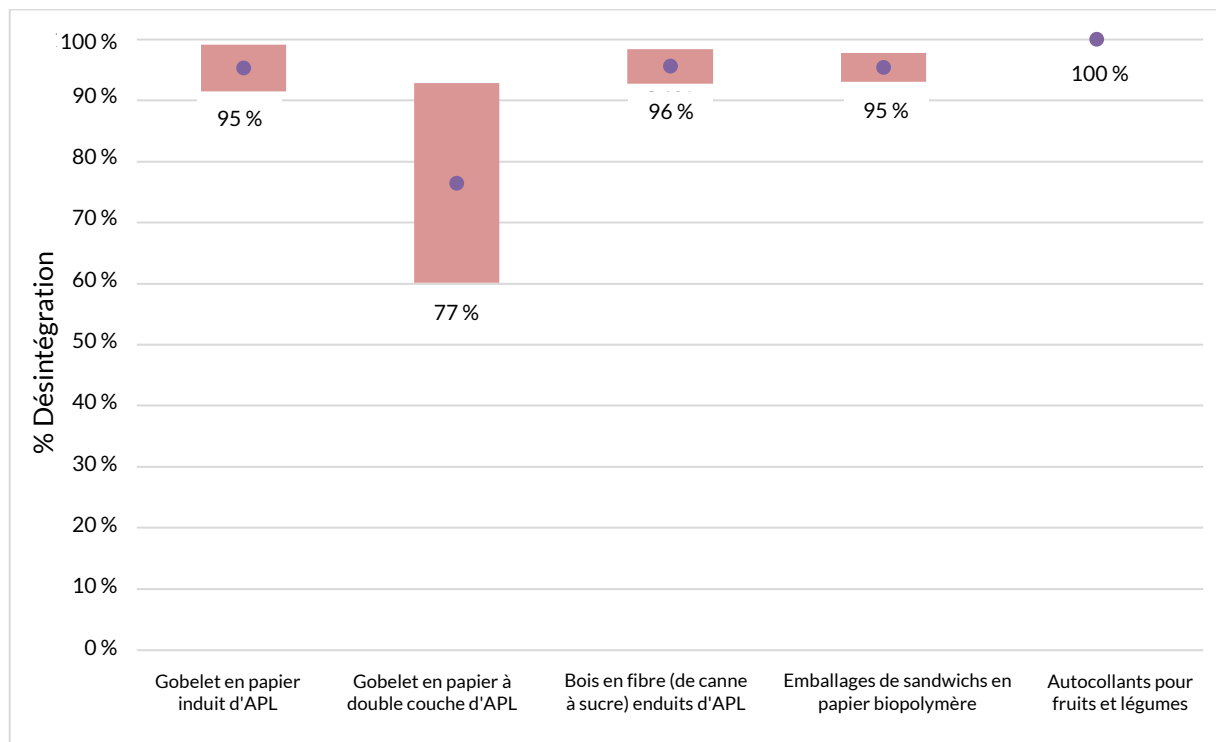


Tableau 3.10 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l’installation 1

Matériau d’emballage compostable	Moyenne (%)	IC inférieur (%)	IC supérieur (%)	Interprétation
Gobelet en papier couché APL	83,81	77,07	90,55	IC étroit → taux de désintégration uniforme, variabilité limitée pour entre répliqués.
Gobelet en papier couché double APL	72,70	60,09	85,32	IC large → désintégration variable, signe d’une dégradation inégale ou d’une plus grande variabilité entre répliqués.
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	86,42	79,24	93,59	IC modéré → performance généralement fiable, mais une certaine variabilité dans la dégradation.
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	88,67	79,84	97,49	IC modéré → désintégration moyenne marquée, avec légère variabilité entre répliqués.
Autocollants pour fruits et légumes	99,73	100,00	100,00	Aucune variation → désintégration complète dans tous les répliqués.

Figure 3.14 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 1

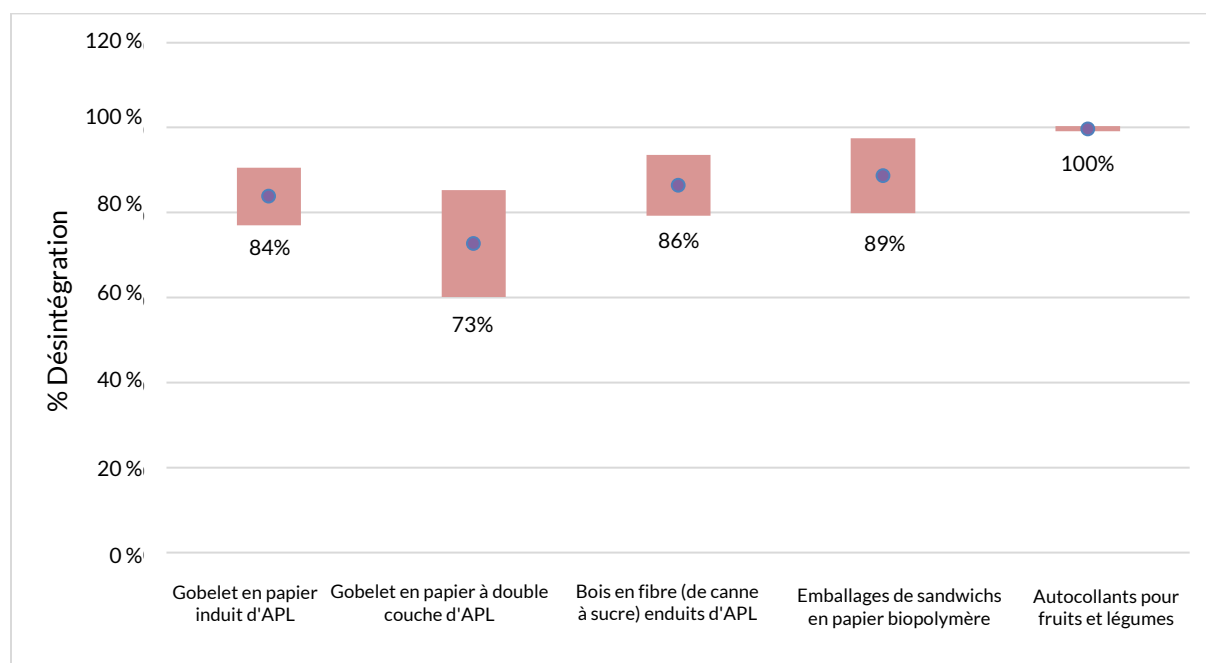


Tableau 3.11 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 2

Matériau d'emballage compostable	Moyenne (%)	IC inférieur (%)	IC supérieur (%)	Interprétation
Gobelet en papier couché APL	64,96	52,00	77,92	IC modéré → désintégration partielle, avec une certaine variabilité, signe d'une dégradation incomplète dans plusieurs répliquats.
Gobelet en papier couché double APL	51,44	31,29	71,60	IC large → grande variabilité, signe d'une dégradation irrégulière et d'une performance globalement inférieure du compostage.
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	62,12	48,00	76,25	IC modéré → désintégration égale, mais incomplète, révélant une certaine variabilité entre les répliquats.
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	82,94	71,65	94,22	IC plus étroit → taux élevé de désintégration, avec des résultats relativement uniformes de tous les répliquats.
Autocollants pour fruits et légumes	100,00	100,00	100,00	Aucune variation → désintégration complète dans tous les répliquats.

Figure 3.15 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DF de l'installation 2

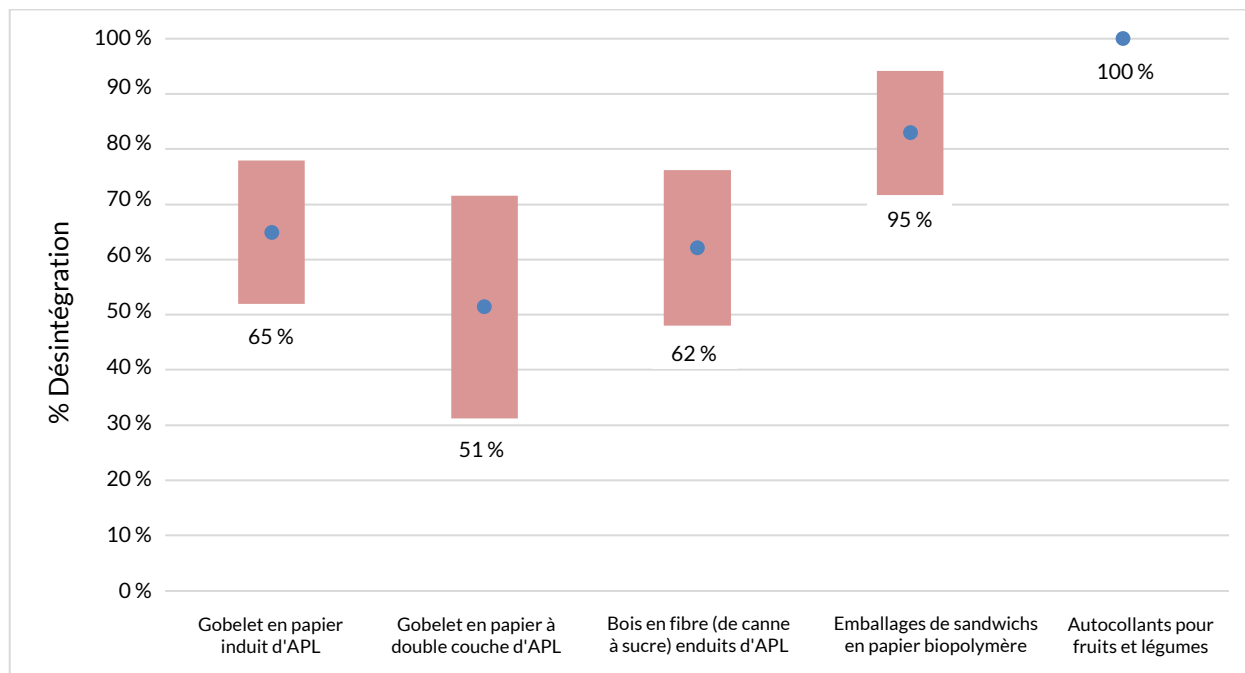
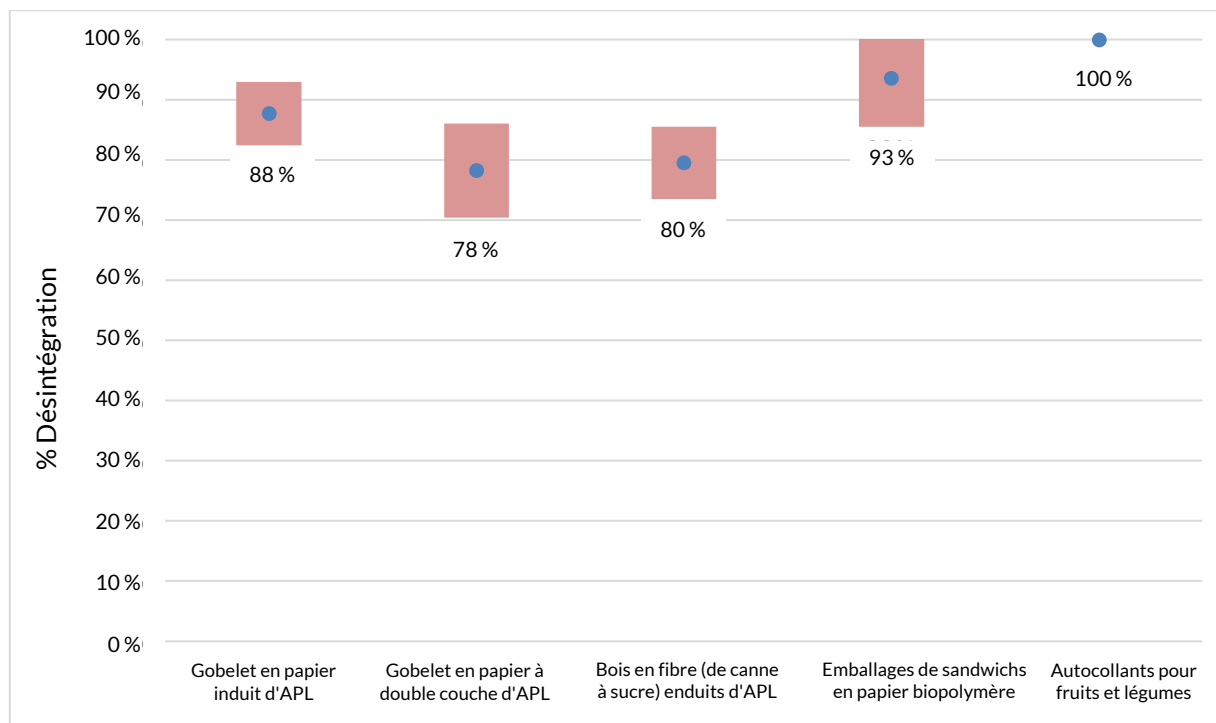


Tableau 3.12 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 2

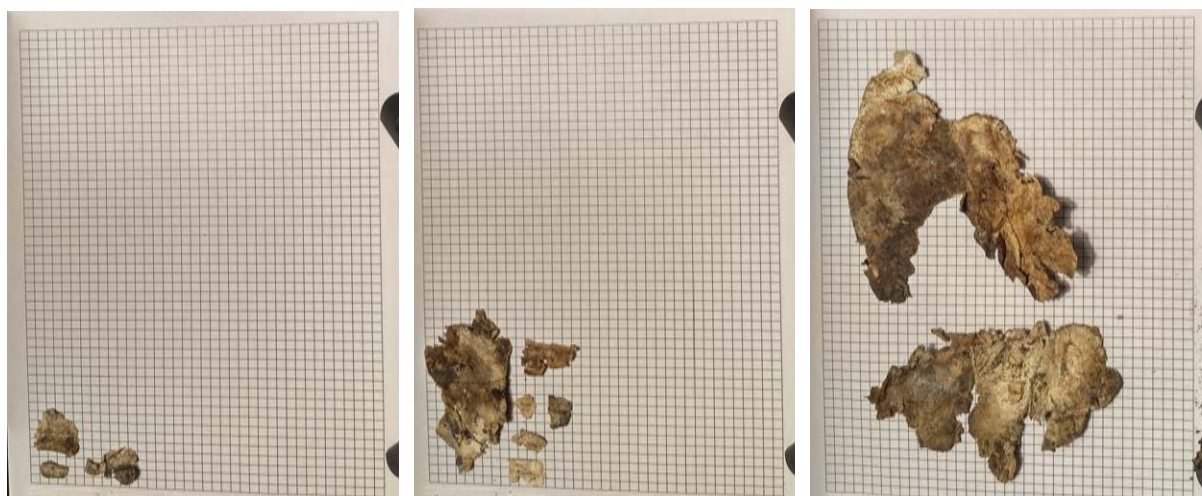
Matériau d'emballage compostable	Moyenne (%)	IC inférieur (%)	IC supérieur (%)	Interprétation
Gobelet en papier couché APL	87,73	82,47	92,99	IC étroit → désintégration très uniforme de tous les répliquats, signe d'un processus de compostage stable.
Gobelet en papier couché double APL	78,21	70,41	86,01	IC modéré → performance globalement fiable, mais avec une certaine variabilité entre les répliquats, signe d'une dégradation légèrement inégale.
Bols en fibre (canne à sucre) couchée APL	79,52	73,49	85,55	IC modéré → tendance à une désintégration uniforme, avec légère variabilité, signe d'une dégradation fiable dans les conditions d'essai.
Emballages de sandwichs en papier couché biopolymère	93,49	85,49	101,49	IC étroit → désintégration marquée et uniforme; tous les répliquats affichent un degré de dégradation élevé.
Autocollants pour fruits et légumes	100,00	100,00	100,00	Aucune variation → désintégration complète dans tous les répliquats.

Figure 3.16 – Intervalles de confiance du taux de désintégration dans la pile DE de l'installation 2



La Figure 3.17 montre des photos de matériaux d'emballage compostables trouvés dans les échantillons criblés de la pile DF de l'installation 1.

Figure 3.17 – Résidus de gobelet en papier couché APL (à gauche), de gobelet en papier couché double APL (au centre) et de bol en fibre couchée APL (à droite) trouvés dans la pile DF de l'installation 1



4. Conclusions et recommandations

Dans l'ensemble, le projet pilote a fourni de précieux renseignements concernant les emballages alimentaires compostables en fibre couchée et leurs effets sur la qualité du compost et les processus d'exploitation. Des composés de SPFA étaient détectables dans les piles de compost des deux installations, mais à des concentrations inférieures aux seuils réglementaires existants; le risque immédiat pour la qualité du compost est donc minime. Les tests biologiques effectués dans l'installation 1 ont révélé des taux élevés de salmonelle avec des doses plus importantes de matériaux d'emballage compostables; une étude plus approfondie permettrait de comprendre pleinement les effets microbiens. Sur le plan de l'exploitation, les deux installations ont dû composer avec des défis en matière de travail et de gestion (notamment le traitement de matériaux légers), de piles trop sèches et d'incohérence par rapport aux équipements. De quoi souligner l'importance de la planification opérationnelle lorsque l'on souhaite intégrer des matériaux d'emballage compostables. Plus de recherches seraient requises pour évaluer les effets à long terme sur la qualité du compost et l'exploitation des installations, et pour mieux comprendre les risques que posent de nouveaux contaminants, comme les SPFA. Des études continues seront essentielles en vue d'élaborer des recommandations fondées sur des données probantes afin d'appuyer les installations de compostage qui souhaitent ajouter des matériaux d'emballage compostables à leurs matières premières. Voici des recommandations concernant de futures études potentielles :

1. **Méthode par dosage** : les futures études devraient continuer d'utiliser et d'améliorer la méthode par dosage, puisqu'elle reflète les conditions réelles.
2. **Propriétés biologiques** : des recherches plus approfondies seraient utiles pour évaluer l'incidence potentielle des matériaux compostables sur les contaminants biologiques, comme la salmonelle et les coliformes fécaux, afin de déterminer si les résultats observés étaient fortuits.
3. **Surveillance des SPFA** : comme les SPFA demeurent une source récente de préoccupation environnementale, il faudrait soumettre le compost à d'autres tests afin de déterminer si les SPFA provenant de matériaux compostables nuisent à la qualité du compost. En outre, il faudrait perfectionner les méthodes d'analyse pour détecter les SPFA dans le compost pour tenir compte du fait que les échantillons de compost ne sont pas homogènes.
4. **Tests à plus grande échelle** : les futures études devraient inclure des tests à plus grande échelle dans plusieurs installations, et prendre en compte le point de vue des exploitants d'installations, de manière à saisir la variabilité d'exploitation et les effets réels. Elles devraient également se dérouler dans un plus large éventail de régions, aux climats différents.
5. **Analyse des coûts** : les futures études devraient inclure une analyse des coûts pour les installations qui acceptent les matériaux d'emballage compostables, car ces coûts sont généralement plus élevés. Étant donné que les programmes de responsabilité élargie des producteurs (REP) au Canada et aux États-Unis exigent que les producteurs financent et gèrent la collecte, le recyclage et l'élimination appropriés des matériaux désignés, cette

analyse est nécessaire pour assurer une conformité éclairée et un recouvrement précis des coûts.

6. **Choix du site des installations et nuisances possibles :** les futures études devraient inclure une analyse de la facilité de choisir l'emplacement d'installations de compostage, et de l'incidence que pourrait avoir la perception du public. Comme l'a montré ce projet pilote, certains résidents peuvent s'opposer à des sites qu'ils voient comme des centres de gestion des déchets. Des matériaux d'emballage emportés par le vent pourraient aboutir sur les propriétés voisines.
7. **Méthodes d'essai plus évoluées :** la CREF fait remarquer qu'elle entend mettre à jour la TMECC, étant donné l'évolution technologique ainsi que des connaissances scientifiques (CREF, 2025). L'équipe de projet convient que des mises à jour s'imposent, en particulier pour les tests visant à détecter la présence de microplastiques et de SPFA dans le compost. Toutes les piles de compost fini devraient être testées dans le cadre d'études pilotes supplémentaires, à des fins de comparaison.

Bibliographie

Cambridge Companies Inc. (2024). Aerated static piles (ASP): Efficient composting for sustainable waste management. Cambridge Companies Inc. Consulté le 15 octobre 2025 en ligne : <<https://cambridgecompaniesinc.com/blog/aerated-static-piles-asp-efficient-composting-for-sustainable-waste-management/cambridgecompaniesinc.com>>.

CHEM Trust (2021). SPFA and food packaging – FAQ. <<https://chemtrust.org/pfas-food-packaging-faq/>>.

Closed Loop Partners (CLP) (2024). *Break it down: The realities of compostable packaging disintegration in composting systems – Final report*, Center for the Circular Economy, Closed Loop Partners. <<https://www.closedlooppartners.com/wp-content/uploads/2024/04/Closed-Loop-Partners-Final-Disintegration-Report-2.pdf>>.

Compost Research and Education Foundation (CREF) (2025). TMECC update. <<https://compostfoundation.org/tmecc-update/>>.

Compost Research and Education Foundation (CREF) (n.d.) Compost Sampling Guidance Video : Part I – Sampling Finished Compost. <<https://www.youtube.com/watch?v=0C-m5zNCGQg> youtube.com+1>.

Environmental Protection Agency (EPA) (2013). *Environmental regulations and technology: Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge*. (EPA 625/R-92/013.) Chapter 7 : Processes to further reduce pathogens (PFRPs), US Environmental Protection Agency. <https://irp-cdn.multiscreensite.com/da2ded30/files/uploaded/f1VYkAs7TxGx3aZT5jgf_625R92013chap7.pdf>.

Environmental Protection Agency (EPA) (2016). Types of composting and understanding the process, US Environmental Protection Agency. <https://19january2021snapshot.epa.gov/sustainable-management-food/types-composting-and-understanding-process_.html>.

Environmental Protection Agency (EPA) (2024). Method 1633A: Analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (SPFA) in aqueous, solid, biosolids, and tissue samples by LC-MS/MS, EPA method document, Office of Water, US Environmental Protection Agency. <<https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-12/method-1633a-december-5-2024-508-compliant.pdf>>.

Environmental Protection Agency (EPA) (2025). Composting : Compost enriches and builds healthy soil, US Environmental Protection Agency. <<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/composting>>.

Environmental Protection Agency (EPA) (n.d.) Regional Screening Levels (RSLs) – Generic tables. US Environmental Protection Agency. Consulté le 24 septembre 2025 en ligne : <<https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>>.

- Fenton, S.E., A. Ducatman, A. Boobis, J.C. DeWitt, C. Lau, C. Ng, J.S. Smith et S.M. Roberts (2020). Per- and polyfluoroalkyl substance toxicity and human health review: Current state of knowledge and strategies for informing future research, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 40(3), p. 606 à 630. <<https://doi.org/10.1002/etc.4890>>.
- Gore (n.d.). Gore® Cover for composting, organic resource recovery, bio-drying & stabilization. Consulté le 31 août 2025 en ligne : <<https://www.gore.com/products/gore-cover-for-organic-waste-treatment>>.
- Gouvernement de l'Alberta (2022). *Alberta Tier 1 soil and groundwater remediation guidelines*. (Publication n° 842becf6-dc0c-4cc7-8b29-e3f383133ddc), Alberta Environment and Protected Areas. <<https://open.alberta.ca/dataset/842becf6-dc0c-4cc7-8b29-e3f383133ddc/resource/018c0139-ae40-4537-af72-23458c8c58c7/download/aep-albertatier1guidelines-aug24-2022.pdf>>.
- Hains, J. et S. Richards (2023). SPFA in Canadian provinces: Where are the environmental regulations?, *Environment Journal*, 23 mars 2023. <<https://environmentjournal.ca/pfas-in-canadian-provinces-where-are-the-regulations/>>.
- Hasan, M. (2025). Adverse impacts of microplastics on soil physicochemical properties and plant growth, *Science Progress*, 108(1), 003685042211276. <<https://doi.org/10.1177/003685042211276>>.
- Hawaii State Department of Health (2020). *Interim soil and water Environmental Action Levels (EALs) for perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (SPFAs)*, document technique, Hazard Evaluation and Emergency Response Office, Hawaii State Department of Health. <<https://health.hawaii.gov/heer/files/2020/12/SPFAs-Technical-Memo-HDOH-Dec-2020.pdf>>.
- Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC) (2023). *SPFA – Per- and polyfluoroalkyl substances: Technical and regulatory guidance document*. <<https://pfas-1.itrcweb.org/>>.
- Midwest Laboratories (2025). Compost result interpretations.
- Rynk, R., G. Black, J. Gilbert, J. Biala, J. Bonhotal, M. Schwarz et L. Cooperband (éd.) (2022). *The Composting Handbook*, Cambridge (MA), Academic Press, 1 002 pages.
- Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ) (2025). TRRP protective concentration levels, in Texas Risk Reduction Program. Consulté le 31 août 2025 en ligne : <<https://www.tceq.texas.gov/remediation/trrp/trrppcls.html>>.
- US Composting Council (USCC) (2002). Test Methods for the Examination of Composting and Compost (TMECC): Method 3.05-A – Film Plastic Surface Area Determinations Using Digital Processing. <<https://www.compostingcouncil.org/page/TMECC>>.
- US Composting Council (USCC) (n.d.) Compost – Characteristics and why it matters. Consulté le 23 septembre 2025 en ligne : <<https://www.compostingcouncil.org/page/CompostCharacteristics>>.

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Annexe 1 : Méthode par dosage

Cette méthode provisoire a été préparée par le CFTP pour Eunomia, et personnalisée et destinée exclusivement au projet pilote de la CCE sur la désintégration du papier couché.



Méthode par dosage pour évaluer la désintégration sur le terrain des contenants et des emballages alimentaires compostables

Version 3, 2025 par le *Compostable Field Testing Program*

Le contenu de la présente publication est protégé en vertu d'une licence Creative Commons : Attribution – Utilisation non commerciale – Pas d'œuvre dérivée 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). Cette licence autorise les réutilisateur·trices à reproduire et à distribuer le document sur n'importe quel support et dans n'importe quel format, uniquement sous une forme non adaptée et à des fins non commerciales, et uniquement si l'œuvre est attribuée à l'auteur·trice.

Pour voir une copie de cette licence, visitez

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>.



CC BY-NC-ND 4.0 inclut les éléments suivants :

- ① **BY** – Attribuer l'œuvre à l'auteur·trice.
- Ⓢ **NC** – Seule une utilisation de l'œuvre à des fins non commerciales est autorisée.
- Ⓜ **ND** – Aucune forme dérivée ou adaptée de l'œuvre n'est autorisée.

Compostable Field Testing Program – Essai sur le terrain de la méthode par dosage

Créé en 2016, le *Compostable Field Testing Program* (CFTP, programme d'essais pratiques des matières compostables) est un projet de recherche international et multi-intervenants à but non lucratif. Il est conçu pour permettre les essais sur le terrain dans des installations de traitement des matières organiques de tous les types et de toutes les tailles. Le CFTP a pour objectif de collecter et de partager ces données à des fins de recherche et d'éducation. Les données collectées grâce à cette méthode seront anonymisées et versées dans la base de données publique du CFTP.

L'essai de terrain par dosage consiste à évaluer la décomposition des articles et matériaux compostables à grande échelle, dans des sites commerciaux de compostage aérobie qui ne peuvent pas recourir, ou qui décident de ne pas recourir, à l'essai de terrain par confinement (avec sacs-filts). Cette méthode détermine uniquement la désintégration des produits et matériaux compostables, mais pas leur biodégradabilité. Seuls les articles certifiés compostables qui répondent à des normes de biodégradabilité établies en laboratoire et aux certifications de compostabilité par des tiers doivent être testés sur le terrain.

Le présent document donne un aperçu de la préparation et de la collecte des données, des procédures physiques et analytiques pour chaque étape des essais, ainsi qu'une annexe présentant les ressources utiles.

Aperçu des essais sur le terrain

L'essai sur le terrain par dosage comprend cinq étapes : **planification, dosage, surveillance et gestion, récupération** et **analyse**; elles sont décrites dans le tableau ci-dessous. La planification peut se faire hors site, les autres étapes se déroulant sur place.

Tableau A1-4.1 – Étapes de la méthode d'essai par dosage, chronologie, et estimation de la main-d'œuvre et des heures de travail nécessaires

Étape de l'essai	Planification	Dosage	Surveillance et gestion	Récupération des résidus	Analyse
Délai habituel	3 à 12 semaines avant le lancement	Jour 1	Tout au long des essais	Au terme du temps de résidence habituel	Entre un et sept jours après le retrait*

Étape de l'essai	Planification	Dosage	Surveillance et gestion	Récupération des résidus	Analyse
Bref sommaire des activités	Appels de coordination, séances de formation, planification, personnalisation de la méthode, calcul des quantités requises d'articles, approvisionnement des articles à tester et de l'équipement.	Évaluation : consigner l'état des matières premières/les conditions de départ. Échantillonner les matières premières et en expédier au labo pour obtenir des données de départ (densité apparente, rapport C/N, teneur en humidité). Dosage et chargement : mélanger les articles à tester avec les matières premières; les inclure dans l'exploitation.	Surveillance : dans la zone d'essai, procéder chaque semaine à un test de compression pour vérifier l'humidité, prendre la température chaque jour et mesurer l'oxygène toutes les deux semaines. Intervalles : suivre le mouvement des matériaux dosés de manière à permettre la poursuite des activités habituelles.	Évaluation du compost : collecter les points de données de fin (pH, densité apparente, test Solvita, humidité, température). Récupération des résidus : procéder au criblage mécanique, puis au tamisage manuel des matériaux dosés, pour en récupérer les résidus.	Tamisage et expédition : tamiser, collecter et identifier les résidus de produits testés, les photographier, les emballer et les expédier aux fins d'évaluation plus détaillée.
Temps estimé (heures)**	8	6 à 8	Surveillance : 1 h/semaine Déchargement/rechargement par intervalles : 6 à 8 h	4 à 6	6 à 8
Nombre de personnes requises***	2-3	2	une pour la surveillance, deux pour déplacer les matériaux.	2	3 ou 4

*L'analyse peut débuter le même jour que commence le dosage.

**Ces estimations peuvent changer en fonction des besoins précis de l'installation.

***Habituellement, un-e exploitant-e et une personne qui supervise et approuve les détails du projet dans leur ensemble devraient participer à la planification. Au moins deux personnes devraient effectuer le travail manuel (chargement/retrait) afin de le rendre plus sécuritaire et efficace. Confier l'analyse à trois personnes ou plus favorisera l'efficacité et facilitera la répartition des tâches.

Protocole d'échantillonnage aléatoire systématique de dose en vrac pour analyser la désintégration des produits compostables – collecte d'échantillons en flux continu – trémie et trommel cribleur

Petite pile $\leq 10 \text{ vg}^3$

Pour les piles plus petites (10 vg^3 ou moins), on prélèvera un échantillon par demi-verge cube de matériau non tamisé.

Personnel requis : deux personnes (une pour charger la trémie, et une pour chronométrer et récolter les échantillons).

1. Établir le taux d'échantillonnage et prélever le premier échantillon.

- Au moment de prélever le premier échantillon*, déterminer le temps requis pour cribler une vg^3 de matériau. Charger une demi-verge cube dans la trémie et chronométrer son traitement, à partir du moment où les rejets commencent à sortir du trommel jusqu'à ce que le criblage soit terminé et que le flux des rejets cesse.
- Déterminer le temps nécessaire pour cribler l'ensemble de la pile à l'aide de la formule suivante :

Durée de traitement d'une demi-verge cube (minutes)	$\times 2 \times$	vg^3 totale à cribler	=	durée totale de traitement de la pile (minutes)
Par exemple, pour échantillonner une pile de $9\text{ }vg^3$:				
6 minutes	$\times 2 \times$	$9\text{ }vg^3$	=	108 minutes pour cribler $9\text{ }vg^3$

- Établir l'intervalle d'échantillonnage pour chaque demi-verge cube, à l'aide de la formule suivante :

Durée totale de traitement de la pile (minutes)	$\div$	$(2 \times vg^3 \text{ totales}) + 1$	=	intervalle d'échantillonnage de chaque demi-verge cube (minutes)
Exemple :				
(108 minutes	$\div$	$18) + 1$	=	7 minutes

*1a. Au moment d'établir la fréquence d'échantillonnage, il faut également prélever un premier échantillon. Il faut le faire à un moment choisi au hasard, vers le début du processus de criblage.

- Utiliser un générateur de nombres aléatoires pour obtenir un chiffre compris entre 0 et 5. Ce chiffre servira de repère pour prélever le premier échantillon de rejets dans le trommel.
- Pour prélever chaque échantillon, placer un seau d'échantillonnage de cinq gallons (19 L) sous la sortie du trommel, au début de la minute repère; collecter tout le matériau sortant jusqu'à ce que le seau soit plein. Si des éléments à tester sortent du trommel avant le début de la collecte de l'échantillon dans le seau, NE PAS les ajouter à l'échantillon. Si des éléments à tester sortent du trommel une fois que le seau est plein, NE PAS les ajouter à l'échantillon. Si des éléments à tester tombent accidentellement à côté du seau durant le remplissage, les RÉCUPÉRER et les ajouter à l'échantillon.

Pour les échantillons restants, commencer par le premier segment généré aléatoirement, et prélever le reste des échantillons aux intervalles calculés.

Échantillon 1	À la 2 ^e minute
Échantillon 2	2+7 = à la 9 ^e minute
Échantillon 3	2+7+7 = à la 16 ^e minute
Échantillon 4	2+7+7+7 = à la 23 ^e minute

Par exemple, si le nombre aléatoire pour le premier échantillon est « 2 » et l'intervalle d'échantillonnage est de 7 minutes, il faudra prélever les échantillons à la 2^e, à la 9^e, à la 16^e et à la 23^e minute.

Échantillonnage par une seule personne

Si une seule personne doit charger la trémie et prélever les échantillons, chaque demi-verge cube sera traitée séparément, une à la fois dans la trémie. Le premier échantillon sera généré par un nombre aléatoire compris entre 0 et 5. Les échantillons restants seront prélevés selon un chiffre aléatoire en fonction du temps de traitement (minutes) pour une demi-verge cube. L'opérateur-trice peut charger chaque verge cube, puis prélever l'échantillon au moment aléatoire généré pour ce chargement.

Par exemple : l'échantillon 1 est généré aléatoirement à la 3^e minute; le premier échantillon est donc prélevé à la troisième minute de traitement du premier chargement de la trémie. Le traitement de la première demi-verge cube prend 6 minutes. Le deuxième échantillon est prélevé à un moment choisi aléatoirement, entre 0 et 6 minutes.

Numéro d'échantillon	Moment de l'échantillonnage pour chaque demi-verge cube tamisée
Échantillon 1	3 ^e minute
Échantillon 2	4 ^e minute
Échantillon 3	1 ^{re} minute
Échantillon 4	2 ^e minute
Échantillon 5	4 ^e minute
Échantillon 6	3 ^e minute
Échantillon 7	5 ^e minute
Échantillon 8	3 ^e minute
Échantillon 9	6 ^e minute
Échantillon 10	5 ^e minute
Échantillon 11	6 ^e minute

Numéro d'échantillon	Moment de l'échantillonnage pour chaque demi-verge cube tamisée
Échantillon 12	3 ^e minute
Échantillon 13	1 ^{re} minute
Échantillon 14	3 ^e minute
Échantillon 15	2 ^e minute
Échantillon 16	3 ^e minute
Échantillon 17	1 ^{re} minute
Échantillon 18	3 ^e minute

Grande pile > 10 vg³

Dans le cas de piles plus grandes (10 vg³ ou plus), un nombre défini de sous-échantillons sera systématiquement prélevé dans la pile. Des études antérieures ont révélé qu'il est possible de prélever dix sous-échantillons de cinq gallons (19 L) en une seule journée de travail. Le protocole décrit ci-dessous est basé sur le prélèvement de 20 sous-échantillons dans des piles de plus de 10 vg³. Il peut être modifié en fonction des objectifs de l'étude et des ressources disponibles.

Personnel requis : deux personnes (une pour charger la trémie et une autre pour chronométrer et prélever les échantillons).

1. Établir le taux d'échantillonnage et prélever le premier échantillon.

- Au moment de prélever le premier échantillon*, établir le temps requis pour cribler une verge cube de matériau. Charger une demi-verge cube dans la trémie et chronométrer son traitement, à partir du moment où les rejets commencent à sortir du trommel jusqu'à ce que le criblage soit terminé et que le flux des rejets cesse.
- Établir le temps nécessaire pour cribler la pile au complet au moyen de la formule suivante :

Durée de traitement d'une verge cube (minutes)	×	nombre total de vg ³ à cribler	=	durée totale du traitement de la pile (minutes)
Par exemple, pour échantillonner une pile de 30 vg³ :				
10 minutes	×	30 vg ³	=	300 minutes pour cribler 30 vg ³

- Établir l'intervalle d'échantillonnage pour prélever 20 échantillons, au moyen de la formule suivante :

Durée totale de traitement de la pile (minutes)	÷	nbre de sous-échantillons à prélever dans la pile	=	intervalle d'échantillonnage
Exemple :				
300 minutes	÷	20	=	15 minutes

*1a. Au moment d'établir la fréquence d'échantillonnage, il faut également prélever un premier échantillon. Il faut le faire à un moment choisi au hasard, vers le début du processus de criblage.

- Utiliser un générateur de nombres aléatoires pour obtenir un chiffre compris entre 0 et 5. Ce chiffre servira de repère pour prélever le premier échantillon de rejets dans le trommel.
- Pour prélever chaque échantillon, placer un seau d'échantillonnage de cinq gallons (19 L) sous la sortie du trommel au début de la minute repère; collecter tout le matériau sortant jusqu'à ce que le seau soit plein. Si des éléments à tester sortent du trommel avant le début de la collecte de l'échantillon dans le seau, NE PAS les ajouter à l'échantillon. Si des éléments à tester sortent du trommel une fois que le seau est plein, NE PAS les ajouter à l'échantillon. Si des éléments à tester tombent accidentellement à côté du seau durant le remplissage, les RÉCUPÉRER et les ajouter à l'échantillon.

Pour les échantillons restants, commencer par le premier segment généré aléatoirement, et prélever le reste des échantillons aux intervalles calculés.

Échantillon 1	À la 2 ^e minute
Échantillon 2	2+15 = à la 17 ^e minute
Échantillon 3	2 +15+15 = à la 32 ^e minute
Échantillon 4	2+15+15+15 = à la 47 ^e minute

Par exemple: si le chiffre aléatoire pour le premier échantillon est « 2 » et que l'intervalle d'échantillonnage est de 15 minutes, les prélèvements d'échantillons auront lieu à la 2^e minute, puis à la 17^e, à la 32^e, à la 47^e, etc.

On pourra modifier la formule si les ressources permettent la collecte de données sur les sous-échantillons sur plus (ou moins) de deux journées.

Matériel

Le tableau ci-dessous indique une liste générale du matériel requis. L'examen et la modification de cette liste par les responsables de l'établissement avant et pendant les essais constituent un élément important.

Tableau A1-4.2 – Matériel requis pour la méthode par dosage

Rassembler avant les essais	
Articles à tester	Articles certifiés compostables à tester Articles témoins négatifs
Collecte de données	Balance, précise à 0,1 g/0,01 oz près, pouvant peser jusqu'à 1 kg/2,2 lb Marqueur permanent noir Feuilles de contrôle (format papier : prévoir un stylo et une planchette à pince) Réglet Papier quadrillé pour arrière-plan photo Appareil-photo Étiquettes pour photographies (en papier ou en plastique, imprimées ou manuscrites) où figurent le nom de l'installation, la date et la désignation du produit Version imprimée de la méthode/des instructions
Exigé durant les essais (emballage, chargement, gestion du déplacement des matériaux, retrait)	
Équipement de protection individuelle et équipement personnel	Respirateur Lunettes de sécurité Gants – en nitrile ou en latex pour manipuler les articles à tester ou leurs résidus, et gants en Kevlar ou gants de jardinage enduits pour manipuler les matières premières et le compost plus grossiers Couches de vêtements adaptées à la météo Bottes à embout d'acier (ou autre, selon ce que requiert le site) Gilets de haute visibilité Nourriture, eau
Dosage et déplacement des matériaux	Articles à tester et articles témoins négatifs Pelles de différentes tailles pour prélever des échantillons du matériau Un seau de cinq gallons (19 L) avec des lignes de remplissage (voir la procédure de détermination de la densité apparente à l'annexe C2) Cônes et/ou drapeaux pour marquer la zone dosée Feuilles de contrôle (format papier : prévoir un stylo et une planchette à pince) Instructions pour l'essai de détermination d'humidité/de la densité apparente

Rassembler avant les essais	
Surveillance et échantillonnage	Sacs refermables d'un gallon (3,75 L) servant de barrière contre l'humidité Sonde de température (ou capteurs automatisés) Sonde d'oxygène (ou capteurs automatisés) Seau de cinq gallons (19 L) (pour évaluer la densité apparente sur place) Bandelettes de test pH Trousse pour test Solvita Feuilles de contrôle Instructions pour l'essai de détermination de l'humidité/de la densité apparente
Analyse	(facultatif) Table – recommandée pour un tamisage ergonomique (facultatif) Contenant, poubelle ou brouette – pour collecter les matériaux et tamiser les rejets Pelles et pelle à main pour manutentionner les matériaux Articles à tester intacts (préservés à partir de la trousse d'essai pour comparaison avant/après et pour identifier les résidus) Petite brosse pour enlever les débris des résidus d'articles testés, p. ex. un pinceau avec des poils d'un pouce (2,5 cm) ou moins Crible/tamis manuel avec mailles d'un quart de pouce (0,6 cm) Feuilles de contrôle supplémentaires, tablette à pince et stylos, marqueurs Bâche durable (min. de 10 pi x 12 pi, soit 3 m x 3,6 m) Équipement de collecte de données – voir la liste ci-dessus (p. ex. appareil-photo, étiquettes pour photos, arrière-plan quadrillé, etc.)

Méthode

Procédures de collecte de données (poids, volume) et de prise de photos

Collecte de données – Poids

La collecte de données relatives au poids se fait au début et à la fin de l'essai. La procédure de pesage est la même au début de l'analyse et pendant celle-ci. S'assurer d'utiliser une balance précise à 0,1 g/0,01 oz près, et suivre les étapes ci-dessous pour assurer une mesure constante.

1. Placer la balance sur une surface stable et plane. Si la balance n'est pas plane ou à niveau, la mesure du poids sera erronée.
2. S'assurer que le poids est indiqué en **grammes**.
3. Tarer ou remettre à zéro la balance vide avant de commencer à peser.
 - Si la balance affiche une valeur supérieure ou inférieure à zéro, alors qu'elle est vide, consulter le manuel d'utilisation de la balance pour savoir comment la calibrer à zéro.
 - Si on utilise un bol ou un récipient pour contenir les résidus du produit pendant la pesée, tarer la balance avec le récipient vide afin de peser uniquement les résidus. On peut aussi noter le poids du récipient, puis le soustraire du poids total.

4. Placer l'article à peser sur la balance. Attendre qu'une valeur stable s'affiche, puis la noter sur la feuille de contrôle correspondante.
5. Tarer ou remettre à zéro la balance vide après chaque pesée; s'assurer de retirer tout débris avant de tarer.

Collecte de données – Volume

Collecter les données sur le volume des résidus par type de produit à la fin des essais. Le processus de collecte des données relatives au volume est en cours d'examen, et les idées et observations sont les bienvenues.

Volume des résidus analysés

1. Préparer des contenants vides de dimensions connues pour évaluer le volume, par exemple, un seau de cinq gallons (19 L) avec des lignes à l'intérieur indiquant le degré de remplissage (un quart, une demie, trois quarts).
 - Pour ce faire, remplir progressivement le seau avec des quantités d'eau connues et marquer la paroi avec un marqueur permanent.
2. Durant la collecte de résidus des matériaux ajoutés, séparer les résidus en piles respectives pour chaque type d'article.
3. Évaluer le volume par résidu :
 - Déposer les fragments de produit dans le contenant marqué sans les tasser.
 - Consigner le niveau de remplissage estimé et le nombre de contenants remplis sur la feuille de contrôle de récupération des résidus.

Collecte de données – Prise de photos durant l'essai

Prendre des photos tout au long de l'essai afin d'illustrer le processus et de saisir des images d'articles testés et de résidus pour en calculer la surface. Consulter la **liste de contrôle des photos** pour voir la liste des photos à prendre.

Photos du processus : prendre des photos à une distance suffisante pour voir tous les détails requis. Intituler les photos pour aider l'équipe qui les interprète à distance à en saisir l'objet.

Photos des articles testés : photographier les articles testés à l'état intact au début, et les résidus des articles à la fin de l'essai. Toutes les photos des articles testés doivent inclure :

1. une grille millimétrée en arrière-plan;
2. l'article testé ou son résidu;
3. une étiquette où figurent au moins la date, le nom de l'installation et la désignation du produit;
4. un réglet.

Pour prendre des photos de résidus d'éléments testés, prévoir une surface plane pour les photographies et utiliser un téléphone ou un appareil-photo sur trépied au-dessus du papier

quadrillé. Rassembler les résidus des produits tels qu'ils sont récupérés et essayer de reproduire leur forme d'origine, autant que possible.

1. **Choisir pour la prise de photos un emplacement** qui est plat, à l'abri du vent, avec un éclairage diffus qui ne projette pas d'ombres.
2. **Placer le réglet le long du papier millimétré d'arrière-plan.**
3. (Facultatif) **Utiliser un trépied pour fixer la hauteur de l'appareil-photo.** Prendre des photos d'essai pour s'assurer que les lignes du quadrillage sont nettes et droites dans les photos prises à la hauteur définie.
4. **Photographier l'article/les résidus.** S'assurer que la grille est nette et carrée dans chaque photo; reprendre la photo ou réorienter l'appareil, au besoin.
 - a. *Articles intacts* : aplatir l'article sur le papier quadrillé.
 - b. *Résidus* : photographier séparément chaque résidu récupéré, qu'il s'agisse d'articles testés ou d'articles témoins. Assembler chaque résidu récupéré de manière à reproduire la forme générale de l'article d'origine. On pourra ainsi comparer visuellement sa taille à celle du produit d'origine sur la photo. Si un résidu n'est pas naturellement plat et fait plus de 1 cm de haut, le couper, puis l'aplatir pour la photo, uniquement dans la mesure nécessaire pour qu'il ressemble à la photo représentative de l'article intact.
5. S'assurer que le bord du résidu ne masque pas l'échelle graduée du réglet ou le bord de la grille.
6. S'assurer de photographier également tout matériau témoin résiduel.
7. Si aucun résidu n'est trouvé, photographier le réglet avec les étiquettes d'identification, comme indiqué ci-dessus. C'est là l'enregistrement visuel attestant l'absence de tout résidu visible de ce produit. L'annexe C7 contient un exemple de photo « après ».

Marche à suivre

Sélectionner le lieu où se déroulera l'essai.

1. **Sélectionner le lieu.** Choisir une zone facile à gérer et à surveiller, et peu susceptible d'être accidentellement perturbée pendant la période d'essai.
2. **Déterminer la quantité de matière première à doser.** Elle doit être facile à gérer en fonction des activités habituelles et de l'équipement de l'installation, tout en étant suffisante pour respecter les conditions de compostage habituelles (par exemple, température, humidité) de cette installation.

Déterminer les quantités d'articles à l'aide du taux de dosage cible.

Le « taux de dosage » représente la concentration d'articles testés dans la matière première, par volume. Les étapes suivantes permettent de déterminer les quantités d'articles à tester en fonction d'un taux de dosage cible.

1. **Déterminer le taux de dosage** pour chacun des traitements (dose faible [DF] et dose élevée [DE]), généralement compris entre 2 % et 5 %.
2. **Estimer le volume de chaque article désempilé** à partir des spécifications du fabricant.
3. **Calculer les quantités d'articles souhaitées** pour obtenir le ou les taux de dosage cibles.
4. **Déterminer la quantité disponible de chaque article**, et modifier ces quantités en fonction de la disponibilité.
5. **Obtenir les matériaux à tester selon les quantités calculées.** Obtenir les matériaux et l'équipement.
6. **Consulter la liste des matériaux** et se procurer tout article manquant.

Dosage

Préparer les articles :

1. **Désempiler les articles à tester et les mélanger.** Ouvrir les boîtes contenant ces articles avant le jour du dosage et les séparer dans des boîtes ou des bacs en prévision du dosage. Consulter la *Test Item Checklist and Dose Record* (liste de contrôle des articles à tester et registre des doses) pour vous familiariser avec les articles et leurs quantités.
2. **Consigner le volume des articles désempilés.** Noter dans le tableau de données *Initial Item Volume* (Volume initial des articles) le nombre de contenants remplis, leur volume et le degré de remplissage d'articles désempilés.

Collecter les données de départ :

1. **Prélever un échantillon composite de la matière première mélangée pour l'analyser en laboratoire.** Consulter les vidéos d'échantillonnage de la Compost Research & Education Foundation pour connaître la technique de prélèvement d'échantillons composites : <https://compostfoundation.org/Education/Sampling-Videos>. Prélever un échantillon d'un gallon (3,75 L) dans un sac refermable et l'étiqueter en inscrivant le nom de l'installation, la date et l'étape de l'essai. Expédier ce sac le jour même dans une glacière ou un sac isotherme avec un bloc réfrigérant. Réfrigérer tout échantillon qui ne peut être immédiatement expédié.
2. **Évaluer et consigner les paramètres d'exploitation initiaux** sur la feuille de contrôle *Conditions at Start* (Conditions de départ). Noter les conditions météorologiques et mesurer la densité apparente. Voir le « test du seau » dans l'annexe pour évaluer la densité apparente sur le terrain.

Doser les articles à tester dans la matière première :

1. **Rassembler des matières premières représentatives.** Dans un endroit commode, rassembler la quantité requise de matières premières déjà mélangées.
 - S'assurer que les matières premières sont identiques à celles utilisées pour les activités habituelles ou comparables pour ce qui est du rapport C/N.
 - Au moment de consigner la composition des matières premières, noter toute variation par rapport aux matières premières habituelles.
 - Les matières premières sélectionnées ne doivent pas dater de plus de deux jours.
 - Dans la mesure du possible, éliminer toute contamination de la matière première (les plastiques habituels, le métal, le verre et autres contaminants), ainsi que tout autre emballage compostable ne provenant pas de la trousse d'essai.
2. **Doser la matière première**, en ajoutant les produits par couches et en les mélangeant autant que possible.
 - Répartir les articles dosés de manière aussi uniforme que possible dans les matières premières.
 - En cas de vent fort, ajouter les produits progressivement en créant des cavités; ajouter les articles mélangés dans ces cavités, puis les couvrir avec la matière première.
 - Prendre une photo de la matière première avant le dosage, des photos du processus de dosage et au moins deux photos de la matière première une fois le dosage terminé, en gros plan et à distance.

**Porter des gants
et un respirateur!**

Surveillance et gestion

Surveiller l'état du compost tout au long des essais

Durant tout l'essai, il faut surveiller les éléments suivants :

- Température : il faut vérifier la température **quotidiennement** dans cinq à dix endroits autour de la zone d'essai, à au moins deux pieds (60 cm) sous la surface de la pile. Utiliser la feuille **Daily Temperature Log** (journal des températures quotidiennes) pour consigner les lectures.
- Humidité : évaluer l'humidité **chaque semaine** à partir de cinq échantillons prélevés autour de la zone d'essai. Les essais par compression suffisent; le séchage au four est facultatif, de même que les tests en laboratoire durant la période d'essais. Utiliser la feuille **Weekly Measurements Log** (journal des mesures hebdomadaires) pour consigner les lectures.
- Oxygène : évaluer la teneur en oxygène **toutes les deux semaines** dans cinq endroits autour de la zone d'essai. Utiliser la feuille **Weekly Measurements Log** (journal des mesures hebdomadaires) pour consigner les lectures.

Que la surveillance soit automatisée ou manuelle, consigner les valeurs dans le journal quotidien des températures et le journal des mesures hebdomadaires. Après le compostage actif, utiliser le test de maturité du compost Solvita Basic* toutes les deux semaines. Une fois que le matériau atteint le niveau Solvita 5, ou à la fin du processus de mûrissement (selon la première éventualité), procéder à l'analyse finale.

Gestion du déplacement des matériaux

À mesure que les matériaux dosés passent d'une étape à l'autre de compostage, il faut prendre soin de ne pas les mélanger avec des matières voisines non dosées. Retirer tout drapeau ou cône marquant la zone où se trouve le matériau dosé avant de déplacer le matériau, puis les remettre en place à leur nouvel emplacement pour marquer la zone d'essai.

Récupération des résidus

Le retrait des matériaux ajoutés par dosage en vue de leur analyse doit se faire de un à trois jours avant le criblage prévu, afin d'en optimiser l'efficacité.

Extraction et déplacement des matériaux dosés

1. **Consigner les paramètres.** Sur la feuille de contrôle *Interval and End Conditions* (États intermédiaires et de fin), consigner la température, l'humidité, la densité apparente des échantillons composites/points de mesure dans la zone où s'est fait le dosage, les résultats du test Solvita ainsi que toute autre observation relative à l'état de la pile.
2. **Prélever un échantillon composite de un gallon (3,75 L) à partir du matériau dosé pour analyse en laboratoire; retirer de l'échantillon tout résidu de produit testé.** Utiliser les méthodes d'échantillonnage recommandées par la Compost Research and Education Foundation : <https://compostfoundation.org/Education/Sampling-Videos>.
3. **Expédier les échantillons au laboratoire pour analyse.** Réfrigérer ces échantillons qui ne peuvent être expédiés le jour même. Les expédier dans un contenant isotherme.
4. **Retirer les drapeaux/cônes de la zone où s'est fait le dosage avant de déplacer le matériau.**
5. **Retirer le matériau dosé et le mélanger le plus possible.** L'objectif est d'assurer une répartition aussi uniforme que possible des articles à tester dans le matériau à cribler. Éviter d'incorporer du matériau non dosé lors du mélange.
6. **(Facultatif) Laisser sécher le matériau traité avant le criblage.** Si, le jour de son retrait, le compost est très humide, on peut le sécher avant le criblage en l'étalant en une couche mince (24 po/60 cm ou moins d'épaisseur). On évitera cette étape s'il vente trop ou si des précipitations sont prévues, car les fragments de produit risquent d'être emportés par le vent, ou le matériau risque de devenir encore plus humide.
7. **Présenter les données consignées.**

Criblage du matériau dosé

Idéalement, le criblage du matériau a lieu au moins un jour avant le tri des fragments, de manière à maximiser l'efficacité le jour de l'analyse.

1. Apporter le matériau dosé désigné pour criblage à l'endroit prévu pour cette opération.
2. Préparer la zone de dépôt des rejets post-criblage. C'est là que les rejets du criblage seront déposés en vue d'un tri ultérieur. Délimiter la zone (par exemple, avec des cônes). Éviter toute perturbation de cette zone entre le criblage et la récupération des fragments.
3. Cribler le matériau dosé, d'un seul coup dans la mesure du possible.
4. Consigner le volume des rejets; déposer ces rejets dans la zone réservée en vue d'une analyse ultérieure. Consigner le volume de ces rejets criblés sur la feuille de contrôle Final Volume (Volume final).
5. Réincorporer les matériaux fins dans le processus de compostage. Ceux qui passent à travers le crible peuvent être réincorporés, loin de la zone d'essai où du matériau dosé pourrait toujours être présent.
6. Aplatir la pile de rejets criblés. Étaler les rejets en une couche mince (de 24 po/60 cm ou moins d'épaisseur), idéalement en forme relativement carrée.

Analyse visuelle

Au moins deux, sinon trois membres de l'équipe d'analyse examinent la pile de rejets et comptent les morceaux visibles à l'œil nu. Parcourir en aller-retour toute la surface des rejets pour détecter la présence en surface d'articles testés ainsi que les matériaux témoins. Utiliser la feuille de contrôle fournie pour y noter le nombre d'articles aperçus et y consigner toutes vos observations concernant l'état des résidus observés.

Collecte et tamisage des échantillons de rejets dosés

1. Établir l'aire de collecte des données à côté des rejets à trier.
 - Prévoir une surface pour l'analyse des résidus, par exemple une table ou des bâches.
 - Établir des postes de pesage, d'évaluation du volume, de prise de photos et de collecte de données (sous forme numérique ou imprimée). Prendre en compte l'ergonomie (p. ex. éviter de rester penché pendant de longues périodes) et disposer les postes de collecte de données de manière à circuler librement.
 - Préparer le matériel de collecte de données (feuilles de contrôle, étiquettes de photos, etc.).
2. **Déposer une grille numérotée d'un pied carré (30 cm x 30 cm) sur les rejets criblés.** Utiliser des cônes ou des drapeaux pour marquer la grille d'échantillonnage. Utiliser un générateur de nombres aléatoires pour sélectionner au moins 15 zones à échantillonner.

3. **À l'aide d'un seau de cinq gallons (19 L), prélever des échantillons de cinq gallons de rejets à chacun des points d'échantillonnage.** Consigner les identifiants des échantillons dans l'*Overs Sample Log* (journal des échantillons de rejets).
4. **Tamiser les échantillons et récupérer les résidus des articles testés.** Tamiser les matériaux échantillonnés et récupérer les fragments d'articles testés. Utiliser les produits de référence intacts pour déterminer le produit originel duquel provient chaque résidu.
5. **Nettoyer les résidus d'articles testés.** Au moyen d'une brosse, enlever délicatement tout compost des résidus. Dans la mesure du possible, éviter de casser ou d'endommager les résidus de produit.
6. **Photographier les résidus de produit.** Photographier séparément les résidus de chaque produit; s'assurer également de photographier tout matériau témoin résiduel (p.ex. la pellicule cellophane).
7. **(Facultatif, mais requis pour les données de désintégration basées sur le poids) Sécher les résidus des articles testés.** Sécher les produits en biopolymères à l'air libre, dans un endroit abrité. Sécher les résidus de fibres à l'air libre pendant plusieurs jours ou au four.
8. **(Facultatif, mais requis pour les données de désintégration basées sur le poids) Peser les résidus de produit séchés.**
9. **Consigner la récupération des résidus sur la feuille de contrôle *Residual Recovery Log* (journal de récupération des résidus).** On peut s'attendre à une grande variabilité dans la désintégration d'un même produit. Consigner tous les résultats.

Analyse

Le traitement des données collectées sur place se fait hors site pour calculer les taux de désintégration.

Comme la quantité de matériau dosé est généralement trop importante pour toute la tamiser et la trier, on utilise une méthode de sous-échantillonnage. Cette méthode requiert l'extrapolation des données relatives aux résidus récupérés à partir du matériau échantillonné.

On peut ensuite calculer la proportion de résidus restants soit en fonction du volume échantillonné, soit au moyen d'un témoin négatif, s'il est utilisé. Il est préférable de baser le calcul de la désintégration sur le volume.

Calcul de la désintégration basé sur le volume

1. Dans les données fournies par l'installation, trouver le volume total des résidus.
2. Calculer le volume des rejets échantillonnés : nombre d'échantillons $\times$ volume de chaque échantillon.
3. Calculer le ratio échantillonné : volume des résidus échantillonnés $\div$ volume total des résidus.

4. Calculer le facteur d'ajustement du volume : portion de matériau dosé tamisé $\times$ ratio échantillonné. On évalue la moitié du matériau dosé à chaque point d'analyse; la « partie du matériau dosé tamisé » est donc de 0,5.
5. Déterminer le poids et la surface des résidus récupérés, par type d'article. À l'aide des méthodes de laboratoire pour peser et déterminer la surface, additionner les valeurs de tous les fragments récupérés pour un type d'article en particulier. Comme les articles sont susceptibles de se fragmenter en plusieurs morceaux pendant la décomposition, il n'est pas praticable de calculer la désintégration sur la base d'un seul résidu d'article par rapport au poids/à la surface d'un seul article intact.
6. Calculer les résidus restants : résidus restants = poids ou surface des résidus récupérés $\div$ [poids ou surface du produit intact $\times$ quantité chargée $\times$ facteur d'ajustement du volume]

Calcul de la désintégration basé sur la surface

1. Calculer la surface initiale totale par catégorie d'articles.
2. Calculer la surface totale finale des résidus par catégorie d'articles.
3. Calculer la proportion (%) de perte de surface : (surface totale [cm²] avant l'expérimentation – surface totale [cm²] après l'expérimentation) $\div$ surface totale (cm²) avant l'expérimentation.

$$\% \text{ de perte de surface} = \frac{\text{surface initiale} - \text{surface finale}}{\text{surface initiale}} \times 100$$

Calcul de la désintégration basé sur le poids

1. Calculer le poids initial total par catégorie d'articles.
2. Calculer le poids résiduel final par catégorie d'articles.
3. Calculer la proportion (%) de désintégration en fonction du poids : (poids initial du nombre prévu d'unités par échantillon – poids final des produits trouvés par échantillon) $\div$ poids initial du nombre prévu d'unités par échantillon $\times$ 100

$$\% \text{ de désintégration} = \frac{\text{poids initial du nbre prévu d'unités par échantillon} - \text{poids final}}{\text{poids initial du nbre prévu d'unités par échantillon}} \times 100$$

Interprétation de l'absence de résidus dans le matériau échantillonné

Étant donné que seule une partie du matériau criblé est échantillonnée, soit entre 1 % et 7 % du total des résidus, il est techniquement possible que des résidus soient présents ailleurs dans les rejets et qu'ils ne soient pas ressortis dans les échantillons.

Annexe 2 : Registres de données des établissements

Tableau A2-4.3 – Registre des températures quotidiennes des piles témoin, DF et DE (installation 1)

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
1	141	60	130
2	144	64	138
3	132	74	145
4	141	92	118
5	162	105	128
6	156	109	134
7	170	111	138
8	162	118	144
9	155	121	138
10	149	132	150
11	152	139	111
12	154	144	107
13	160	146	157
14	158	122	166
15	149	123	171
16	148	157	172
17	147	147	171
18	149	149	173
19	149	150	170
20	153	149	166
21	155	149	166
22	125	133	168
23	129	141	171
24	108	143	170
25	86	149	166
26	75	153	149
27	68	157	154

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
28	64	155	139
29	60	159	143
30	58	158	143
31	61	155	154
32	82	154	152
33	139	153	153
34	150	142	161
35	143	142	160
36	141	124	158
37	86	152	155
38	129	168	150
39	150	165	136
40	150	165	133
41	149	165	131
42	149	165	130
43	149	164	
44	147	162	
45	144	156	
46	138	150	111
47	136	150	143
48	119	154	160
49	114	155	151
50	127	151	149
51	135	122	148
52	134	149	149
53	131	157	123
54	127	157	
55	114	152	
56	91	150	
57	93	145	
58	84	148	
59	82	147	115
60		148	
61		149	

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
62		147	
63		149	
64		147	109
65		100	
66		99	
67		93	
68		91	110
69		89	
70		86	
71		89	105
72		90	
73			
74			
75			
76			
77			
78			105
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			97
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			94

Tableau A2-4.4 – Registre des températures quotidiennes des piles témoin, DF et DE (installation 2)

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
1	52	42	52
2	59	36	53
3	77	58	65
4	111	90	76
5	122	135	62
6	127	144	96
7	129	153	126
8	134	127	139
9	138	138	141
10	147	139	148
11	146	150	147
12	133	153	122
13	136	150	151
14	148	139	122
15	139	144	134
16	126	140	152
17	130	147	153
18	148	153	152
19	150	152	111
20	128	150	133
21	133	147	152
22	138	152	150
23	133	157	151
24	148	151	153
25	150	154	150
26	155	152	161
27	158	153	163
28	157	156	162
29	156	152	155
30	140	140	155
31	149	133	151
32	148	Connexion perdue	143

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
33	156	102	161
34	156	111	160
35	153	112	158
36	152	140	153
37	128	140	147
38	142	136	143
39	136	94	142
40	150	120	111
41	156	129	154
42	156	121	154
43	155	113	151
44	150	115	142
45	148	80	130
46	147	89	125
47	100	102	Connexion perdue
48	142	100	Connexion perdue
49	147	95	Connexion perdue
50	146	93	113
51	147	91	117
52	146	95	112
53	144	70	122
54	108	96	122
55	117	99	142
56	130	110	142
57	131	113	139
58	131	93	137
59	129	89	133
60	87	84	129
61	93	Connexion perdue	130
62	104	Connexion perdue	150
63	115	67	164
64	124	61	160
65	128	68	155
66	129	73	151

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

Jour	Pile témoin (°F)	Pile DF (°F)	Pile DE (°F)
67	130	87	129
68	99	110	137
69	96	137	141
70	94	143	138
71	94	140	137
72	94	135	137
73	91	128	136
74	90	124	135
75	90	120	134
76	Connexion perdue	117	133
77	Connexion perdue	113	131
78	Connexion perdue	107	129
79	81	106	125
80	76	108	115
81	73	149	111
82	77	158	109
83	79	150	107
84	86	142	104
85	91	138	96
86	100	135	91
87	111	131	89
88	122	129	88
89	127	126	87
90	134	123	87
91	140	121	86
92	142	116	84
93	141	112	83
94	140	110	82
95			82

Tableau A2-4.5 – Lectures périodiques de la teneur en humidité et en oxygène des piles témoin, DF et DE (installation 1)

	Pile témoin		Pile DF		Pile DE	
Semaine	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)
1	65		65			
2	55		55	11	60	12
3	60	10	55	13	65	8
4	60	8	50	15	60	8
5	55	12	50		50	16
6	52	9	45	11	40	12
7	30	20	50		40	17
8	50	8	40	16	35	
9		14	45	14	40	18
10	45		45		40	
11	40	18	40	17	35	18
12	35	20	40			
13			35	18	30	19
14			35	19	30	19
15			35			
16			30	20		

Tableau A2-4.6 – Lectures périodiques de la teneur en humidité et en oxygène des piles témoin, DF et DE (installation 2)

	Pile témoin		Pile DF		Pile DE	
Semaine	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)
1	49-50		44-49		44-49	
2	49-54	20	49-54	13	44-49	12
3	44-49		49-54		49-54	
4	50-54	8	49-54	10	49-54	19
5	50-54		44-49		49-54	
6	49-54	9	44-49	20	49-54	10
7	44-49		40-44		44-49	
8	44-49	15	40-44	19	44-49	20

Projet pilote de compostage d'emballages alimentaires en fibre couchée certifiés compostables

	Pile témoin		Pile DF		Pile DE	
Semaine	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)	Humidité (%)	Oxygène (%)
9	44-49		40-44		49-54	
10	44-49	16	40-44	20	49-54	18
11			44-49		49-54	
12	44-49	20	44-49		49-54	20
13	49-54		44-49	20	44-49	
14			40-44		44-49	



CEC
CCA
CCE

cec.org