



ÉTUDE DU COMPOSTAGE DE FUMIERS DE CENTRES ÉQUESTRES POUR LEUR VALORISATION SUR DES TERRES VITICOLES EN HÉRAULT (PROJET COVAFU)

Par **Pauline DOLIGEZ** (IFCE), **Marianne DAUGUET** (CDE Hérault), **Julie JIMENEZ** (INRAE), **Arnaud TAJAN** (Syndicat Centre Hérault) et **Régis STEINBERG** (CDE Hérault)

INTRODUCTION

Initié en 2018 grâce à la collaboration d'experts (cf. tableau 1 ci-dessous) du traitement des déchets organiques (Syndicat Centre Hérault, INRAE), du monde viticole (Chambre d'Agriculture de l'Hérault) et du monde équestre (CRE Occitanie, CDE Hérault), le projet COVAFU vise à résoudre deux problématiques interconnectées. D'une part, il répond à l'urgence des centres équestres qui cherchent des solutions pour valoriser le fumier équin et, d'autre part, il tente de satisfaire la demande croissante des agriculteurs en matière organique pour fertiliser leurs sols. Ce projet a consisté à expérimenter le compostage de différents types de fumier équin (dont certains en mélange) avec des déchets verts sur une plateforme de compostage de traitement de déchets organiques. Il a été co-financé par la Région Occitanie, l'Agence Nationale du Sport, le Comité Régional d'Équitation d'Occitanie et le Comité Départemental d'Équitation de l'Hérault.

Nom des collaborateurs du projet	Entreprise
Tom ICHÉ-PUIG / Élève ingénieur	École d'ingénieurs de Purpan (Toulouse, 31)
Julie JIMENEZ / Chargée de recherche	INRAE, UR0050, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement - (Narbonne, 11) Intégration des bioprocédés de traitement des résidus organiques pour une gestion durable des agrosystèmes
Arnaud TAJAN / Responsable du Pôle <i>Traitement</i>	Plateforme de compostage Syndicat Centre Hérault - collecte et traitement des déchets (Aspiran, 34)
Philippe DEBAR / Conseiller en ingénierie	PHD-Conseils et Ingénierie (34)
Jacob LEGROS / Gérant de centre équestre	Centre équestre de Whynehn (34)
Régis STEINBERG / Président	Comité départemental d'équitation de l'Hérault (Montpellier, 34)
Marianne DAUGUET / Chargée de mission	

Tableau 1 / Collaborateurs du projet COVAFU

CONTEXTE

Les effluents équins constituent en France un gisement de plusieurs millions de tonnes de matières organiques. Aujourd'hui, l'amélioration des modes de valorisation du fumier représente un enjeu économique et environnemental majeur pour les structures équines. Pour les centres équestres, l'accumulation et la gestion du fumier équin deviennent une charge conséquente lorsque celui-ci ne peut pas être valorisé sur site :

- Dégagement potentiel d'odeurs nauséabondes et multiplication possible d'insectes
- Coûts liés à l'évacuation du fumier
- Abandon du fumier en tas sans valorisation

La transformation du fumier par le compostage peut représenter une voie de recyclage intéressante en tant qu'amendement organique pour fertiliser les sols agricoles.

Le **compostage** est un processus de fermentation de la matière en présence d'oxygène (aérobie) qui permet d'obtenir, après une phase de montée en température et de maturation, un produit stable, hygiénisé et homogène, proche de l'humus.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE COVAFU

Les objectifs de cette étude étaient de :

- **Tester la technique de compostage avec différents types de fumiers** produits par des centres équestres, seuls ou en mélange avec d'autres matières organiques (fumiers à base de litière de paille et fumiers à base de litière de copeaux de bois, en mélange ou pas avec des déchets verts broyés).
- **Mesurer le comportement de compostabilité des différents substrats**, d'abord en laboratoire puis en plateforme de compostage agréée.
- **Analyser la composition physico-chimique des différents composts obtenus**, en vue d'une valorisation par l'épandage de compost sur des cultures de vigne dans le département de l'Hérault.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude du compostage s'est déroulée d'octobre 2019 à octobre 2021. Les lots de fumiers utilisés provenaient de 4 centres équestres différents. Deux clubs ont fourni les fumiers à base de litière de paille et deux autres les fumiers à base de litière de copeaux de bois.

ÉTUDE EN LABORATOIRE

LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET AGRONOMIQUES RÉALISÉES

Parmi les analyses physico-chimiques et agronomiques réalisées au laboratoire, les critères suivants permettent d'analyser le comportement des différents substrats étudiés et les processus qui s'établissent au cours des phases du compostage :

- La **matière sèche (MS)** : elle renseigne sur le taux d'humidité de la matière qui doit se situer autour de 55-65%, soit 45-35% de MS pour un compostage optimal.
- Le **rapport C/N** : indicateur du degré d'évolution de la matière organique, aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol. Dans un substrat, il représente la proportion de matières riches en carbone (C), cellulose et lignine (paille/bois) par rapport à la proportion de matières riches en azote (N) (déjections, matières fermentescibles). Il doit être proche de 25 à 30 pour que le processus de compostage se déroule dans de bonnes conditions.
- Le **test d'auto-échauffement (Rottegrad)** est une technique de laboratoire permettant d'évaluer le temps de fermentation aérobie par la mesure de montée en température du substrat. Lorsque la température redescend en-dessous de 40°C (après une montée à plus de 70°C), on peut considérer que la matière est suffisamment mûre pour passer en phase de maturation (arrêt de l'activité de dégradation bactérienne). Cette méthode est utilisée au laboratoire pour déterminer la compostabilité des matières organiques. Sur la plateforme de compostage d'Aspiran (34), ce test est utilisé pour valider la fin de phase active de montée en température du compost (au bout de 3 semaines).

ÉTUDE SUR LA PLATEFORME DE COMPOSTAGE

Les différents fumiers étaient livrés par un prestataire extérieur sur la plateforme de compostage du Syndicat Centre Hérault (Aspiran, 34). Chaque benne était individuellement pesée sur bascule à son arrivée sur la plateforme de compostage, puis les fumiers étaient déposés en trois tas distincts (~20 tonnes/tas) sur un sol bétonné étanche avec récupération des lixiviats. Suite aux tests réalisés en laboratoire, les mélanges avec différentes proportions de substrats ont été déterminés.

PROCÉDÉ DE COMPOSTAGE

Deux retournements par semaine des tas ont été pratiqués en utilisant un chargeur muni d'un godet. Le brassage régulier de la matière permet de pratiquer une bonne aération qui favorise le compostage (fermentation en présence d'oxygène par les micro-organismes).

MESURES RÉALISÉES

- **Température** : des relevés de température ont été effectués 3 fois par semaine à l'aide d'une sonde de température (canne d'environ 2 m avec lecteur électronique) sur 8 points différents par tas (4 points à 50 cm et 4 points à 1,5 m de profondeur).
- **Humidité** : le taux d'humidité a été contrôlé en amont de la phase de compostage au laboratoire.

RÉSULTATS

ANALYSES AU LABORATOIRE

Tests en laboratoire de 6 fumiers (3 à base de paille, 3 à base de copeaux de bois)	Échantillons de fumiers à base de litière de paille	Échantillons de fumiers à base de litière de copeaux de bois
Teneurs en Matière Sèche (MS) (%)	34 à 44	33 à 43
Teneurs moyennes en Matière Organique (MO) (%)	29	31
Teneurs MO/MS (%)	75	83
Rapport C/N	28 à 29	32 à 37
Test de Rottegrad (auto-échauffement) Durée de la montée en température (heures)	45 à 72	95 à 100

Tableau 2 / Caractéristiques chimiques des fumiers étudiés au laboratoire

Les **taux de matière sèche** sont similaires entre les fumiers à base de paille ou de copeaux. Le **taux de matière organique** est plus élevé pour le fumier à base de copeaux mais les deux types de fumiers ont des taux de matière organique optimaux pour bien se comporter au cours du compostage.

Le **rapport C/N** inférieur à 30 pour le fumier à base de paille indique que ce substrat sera davantage adapté au processus de compostage par rapport au fumier à base de copeaux qui présente un rapport plus élevé (C/N = 37). En effet une part trop importante de Carbone (C → cellulose, lignine, bois, fibres) par rapport à la teneur en matières azotées (N → déjections, matières fermentescibles) peut entraver le processus de compostage (difficulté à monter en température, processus de compostage ralenti).

SUR LA PLATEFORME DE COMPOSTAGE

Le compostage des trois lots s'est réalisé sur une durée de 4 à 5 semaines au total. Aucun arrosage n'a été pratiqué sur les différents substrats et mélanges.

CONSTITUTION DES TROIS LOTS DE MATIÈRES ÉTUDIÉS

- Lot « fumier à base de litière de paille »
- Lot « fumier à base de copeaux de bois »
- Lot « mélange fumier à base de paille + fumier à base de copeaux de bois »



Compost à base de litière de paille © T. Iché-Puig



Compost à base de litière de copeaux de bois © T. Iché-Puig



Compost à base de litière de paille + copeaux © T. Iché-Puig

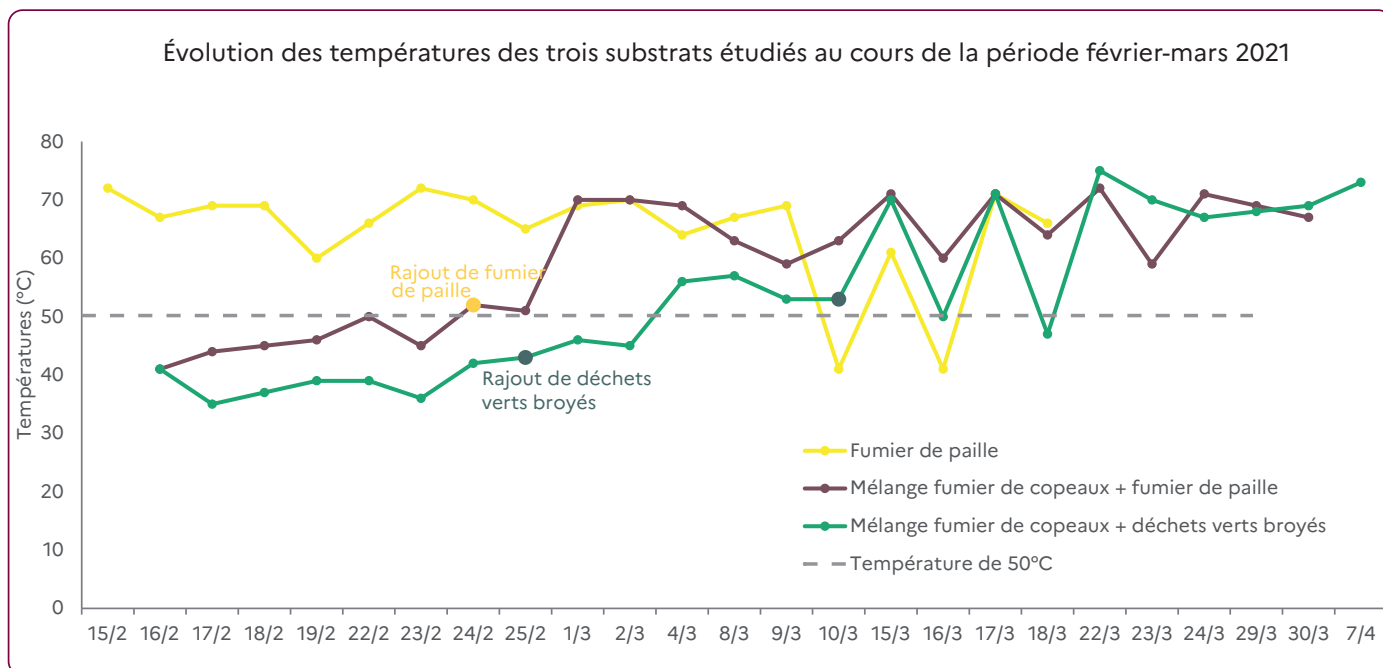
RELEVÉ DES MONTÉES EN TEMPÉRATURE DES 3 LOTS ÉTUDIÉS

Les relevés de température permettent de valider si la fermentation aérobie se déclenche en recherchant des températures au-dessus de 50°C. L'augmentation rapide de la température indique un bon fonctionnement du compostage, dû à une grande activité des micro-organismes. L'hygiénisation de la matière est d'ailleurs atteinte lorsque la température se maintient minimum à 50°C pendant 6 semaines (Règlement ICPE 2101).

Courbes de températures de compostage en plateforme (cf. graphique 1 ci-après)

- Lot « fumier à base de litière de paille » : les températures s'élèvent dès le début à 70°C. Aucune autre matière n'est ajoutée.

- Lot « fumier à base de copeaux de bois (+ broyats de déchets verts) » : un tas de fumier de copeaux de bois pur est dans un premier temps retourné pour subir le compostage. Les mesures de température ne dépassent pas les 50°C au cours des deux premières semaines. Il est alors décidé d'ajouter des déchets verts broyés à deux reprises, à 15 jours d'intervalle, pour obtenir enfin une élévation de température se maintenant au-delà de 50°C. La proportion finale du mélange est de **57% de fumier de copeaux de bois et 43% de déchets verts** (% en tonnes).
- Lot « mélange fumier à base de paille + fumier à base de copeaux de bois » : le mélange de départ est constitué de 43% de fumier à base de paille et 57% de fumier à base de copeaux de bois. Les températures mesurées sur ce tas stagnent pendant 10 jours en-dessous de 50°C. Il est envisagé d'ajouter une quantité de fumier à base de paille pour rajouter des matières fermentescibles (azote). Le mélange final, établi à **53% de fumier à base de paille et 47% de fumier à base de copeaux de bois** (% en tonnes), engendre une montée en température qui se maintient au-delà de 50°C.



Graphique 1 / Suivi des températures des trois lots de fumiers équins suivis par la plateforme de compostage du Syndicat Centre Hérault (Aspiran, 34)

CRITÈRES PHYSICO-CHIMIQUES DES TROIS COMPOSTS ÉTUDIÉS (COVAFU, 2021)

Critères physico-chimiques mesurés	VAL'FUMIER (2019-2021)	Syndicat Centre Hérault	COVAFU (2021)		
	Composts de fumier de paille (d'après base de données de 85 analyses laboratoire Labéo, LDAR, LILANO 2006-2020) (P. Doligez, 2023)	Compost de déchets verts broyés (24 analyses laboratoire SADEF, 68)	Compost de fumier de paille (Analyses laboratoire SADEF, 68)	Compost du mélange 57% fumier copeaux + 43% broyat de déchets verts (Analyses laboratoire SADEF, 68)	Compost du mélange 53% fumier paille + 47% fumier copeaux (Analyses laboratoire SADEF, 68)
pH	7,9 +/- 0,5	7,95 +/- 0,4	8,2	8,2	8,3
C/N	13,3 +/- 4	19,1 +/- 2,9	15	20	19
MS (% de la matière brute)	40,4 +/- 12	53,9 +/- 6,34	40,3	43,4	36,1
MO (kg/t brute)	170 +/- 62	318,2 +/- 37	261	292	244
N total (kg/t brute)	6,8 +/- 2,4	9,0 +/- 1,5	8,4	7,0	6,2
P ₂ O ₅ (kg/t brute)	4,3 +/- 1,8	2,8 +/- 0,5	4,1	3,4	3,4
K ₂ O (kg/t brute)	10,1 +/- 5,5	6,7 +/- 1,2	12,7	7	9
CaO (kg/t brute)	15 +/- 12,2	50 +/- 9	14,5	27,2	16,6
MgO (kg/t brute)	2,8 +/- 1,3	6,5 +/- 1,4	2,8	3,8	2,4

(% du mélange = en tonnes de matière)

Les critères physico-chimiques des trois composts sont comparés à la base de données du programme VAL'FUMIER (composts de fumier de paille) et des analyses de compost de déchets verts broyés réalisées par le Syndicat Centre Hérault / Laboratoire SADEF (68). Les valeurs de pH des composts à base de fumier de cheval proches de 8,2 sont comparables au pH de 7,95 pour les composts de déchets verts.

Le **rapport C/N** est plus élevé lorsque le compost est issu de déchets verts uniquement ou du mélange avec du fumier à base de copeaux. Le **taux de MS** est similaire, avec une valeur moyenne de 40%, pour les composts à base de fumier, le compost de déchets verts étant plus sec (53,9% MS). Le **taux de MO** est plus élevé dans le compost issu du mélange copeaux + déchets verts et surtout dans le compost de déchets verts, puisqu'ils sont aussi plus secs. La teneur en azote total (**N total**) est située entre 6 et 8 kg/tonne de matière brute pour toutes les matières, avec une valeur plus haute pour le compost de déchets verts (9,0). Les teneurs sont plus faibles d'une unité pour le **Phosphore (P)** et de 3 à 5 unités pour le **Potassium (K)** dans les composts issus des mélanges avec du fumier à base de copeaux de bois. Le compost de déchets verts est moins pourvu en phosphore et surtout en potassium que les composts à base de fumier de cheval. La teneur en **Calcium (Ca) et Magnésium (Mg)** est plus élevée dans le compost issu du mélange fumier de copeaux + déchets verts et dans le compost de déchets verts (x3) comparée aux teneurs des autres composts étudiés.

OBSERVATIONS VISUELLES

Les fumiers étaient constitués au départ d'une proportion de litière importante, avec peu de déjections en général. Un criblage (maille 0-20 mm) a été réalisé sur les composts matures. Le refus obtenu >20 mm était infime en proportion et composé de boules de crottin dures.

Ainsi, il n'est pas indispensable de cribler pour l'épandage du produit sur des surfaces agricoles, en revanche cette étape sera nécessaire pour la commercialisation du produit en sacs.

INTÉRÊT AGRONOMIQUE DES COMPOSTS À BASE DE FUMIERS ÉQUINS POUR LA CULTURE DE VIGNE

Besoins en éléments fertilisants de la vigne (Lafon <i>et al.</i> , 1965)		Apports d'éléments fertilisants pour 5 tonnes brutes de compost épandu par ha		
		Compost de fumier de paille	Compost du mélange 57% fumier copeaux + 43% broyat de déchets verts	Compost du mélange 53% fumier paille + 46% fumier de copeaux
N* (en kg/ha/an)	30	42,2	35	31
P ₂ O ₅ (en kg/ha/an)	6	20	17	17
K ₂ O (en kg/ha/an)	60	63	35	45
MgO (en kg/ha/an)	6	14	19	12

(% du mélange = en tonnes de matière)

N*: moins de 10% de l'azote est disponible pour la plante la 1^{ère} année, ce qui est dû à l'immobilisation de l'azote sous forme humique.

Tableau 4 / Apports d'éléments fertilisants pour satisfaire les besoins de la culture de vigne

Une simulation d'un apport de 5 tonnes brutes par hectare et par an de l'un de ces trois composts permet de subvenir aux besoins en éléments fertilisants de la vigne (Lafon *et al.*, 1965). Ces amendements organiques avec un rapport C/N>15 permettent d'apporter de la matière organique, qui joue un rôle structurant pour le sol. La capacité de rétention en eau est ainsi augmentée. La libération de l'azote disponible pour la plante est lente et progressive. L'épandage 2 à 3 mois avant le début du débourrement (éclosion des bourgeons) ou au moins 3 mois avant la plantation de la vigne est recommandé (Joubert, 2012).

TENEURS EN ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (ETM) ET MICROPOLLUANTS DES 3 COMPOSTS ÉTUDIÉS

Les teneurs en ETM et micropolluants des 3 substrats étudiés sont comparés aux valeurs seuils de la norme NF U44-051 (amendements organiques) et de la norme ASQA (Amendement Sélectionné Qualité Attestée, référentiel 2014).

Les 3 composts obtenus à partir des différentes matières (fumier de paille, fumier de paille + copeaux et fumier de copeaux + déchets verts) sont conformes aux normes ASQA et NF U44-051, sauf pour le critère teneur en matière sèche qui varie de 36,1% à 43,4% de la matière brute pour les 3 composts, comparé à une teneur seuil >50% de matière brute exigée pour la norme ASQA. Pour les 17 autres critères (minéraux, ETM et micropolluants), les analyses des 3 composts étudiés présentent des valeurs en-dessous des seuils exigés.

Selon le règlement européen (CE) n°834/2007, le compost à base de litière de paille et le compost issu du mélange de litière de paille et de copeaux sont a priori autorisés pour la production en Agriculture Biologique (AB), car ils sont composés à partir de 100% de matières organiques issus de fumiers d'animaux (non issus d'élevages industriels). Les labellisations (norme NF U44-051 et label ASQA) par un organisme certificateur des composts matures garantissent donc un niveau de qualité supérieure exigé, notamment pour la commercialisation de ces produits hors secteur agricole.

Cette étude a permis de mettre en évidence qu'il est possible de composter des fumiers équins pour les valoriser en tant qu'amendement pour la culture de vigne en AB. Le fumier équin à base de paille et les mélanges de fumier à base de copeaux et/ou paille n'ont pas eu besoin d'être arrosés. Le fumier à base de copeaux de bois nécessite d'être mélangé à des matières plus fermentescibles (déchets verts ou fumier de paille) pour faciliter un compostage en deux mois (montée en température, action des micro-organismes).

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Lorsque la montée en température atteint 50°C pendant 6 semaines, la matière est considérée comme hygiénisée.
- Le fumier équin à base de paille se comporte bien au compostage en plateforme sans arrosage.
- Le fumier à base de copeaux de bois doit être mélangé à d'autres matières fermentescibles pour être composté dans des conditions favorables (montée en température rapide).
- Le mélange de fumier à base de copeaux avec une proportion d'au moins 40% (en tonnes) de matières type « déchets verts » est nécessaire pour obtenir de bons résultats de compostage (fermentation avec montée en température en moins d'une semaine).
- Le compost issu de fumier à base de paille est plus riche en phosphore (P) et surtout en potassium (K) par rapport à des composts à base de fumier de copeaux de bois ou à base de déchets verts.
- Les composts issus de fumiers équins en mélange ou non avec d'autres matières (déchets verts) répondent aux normes NF U44-051 et ASQA. Ils peuvent être valorisés pour amender des cultures de vigne en agriculture biologique.

PERSPECTIVES

Une étude économique de ce procédé de valorisation du fumier équin est en cours pour évaluer les coûts engendrés par la collecte du fumier et le procédé de transformation. Elle vise à estimer un prix de vente pour les producteurs (centres équestres) compétitif du compost auprès d'agriculteurs valorisateurs dans le département de l'Hérault.

RÉFÉRENCES

- **DOLIGEZ P.** (2023). [Valeurs agronomiques du compost de fumier de cheval à base de litière de paille](#). Fiche technique équipédia, IFCE.
- **JOUBERT N.** (2012). Fiche n°11 : Fertilisation en viticulture. Dans : *Les sols vivants bio - Les Fiches Matières Organiques*.
- **LAFON et al.** (1965) cité dans : **Chambre d'Agriculture des Pyrénées Orientales** (2020). Fertilisation d'entretien au sol en viticulture. PDF, 7 pages.
- Décision (UE) 2015/2099 de la Commission du 18 novembre 2015 établissant les critères écologiques pour l'attribution du label écologique de l'Union européenne aux milieux de culture, amendements pour sols et paillis.