



ISA Lille
48 Boulevard Vauban
59046 Lille cedex



INRAE - UERI Gothenon
Domaine de Gothenon
26320 St-Marcel-lès-Valence

Mémoire de fin d'études

Place du compostage et du compost en arboriculture fruitière

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur ISA Lille – Yncréa Hauts-de-France

Tuteur de stage : Stéphanie Drusch

Enseignant référent : Sitraka Andrianarisoa

Lesourd Loïc
Formation ingénieur intégrée
Promotion 53

Novembre 2020

Résumé

Les effets bénéfiques du compost vis-à-vis de l'amélioration de la qualité des sols et du stockage du carbone sont largement reconnus aujourd'hui. Cependant, il existe peu de données quant aux réalités de terrain relatives aux pratiques de production et d'utilisation de compost adoptées par les exploitants arboricoles, notamment concernant les déterminants de pratiques. Dans un contexte où les fertilisants organiques sont amenés à être de plus en plus employés, cette étude vise principalement à faire un état des lieux des pratiques d'utilisation et de production de compost chez les arboriculteurs. Le but est de caractériser les déterminants des pratiques mais aussi de jauger l'intérêt porté et d'identifier les freins perçus quant à ces pratiques. Les résultats révèlent un fort intérêt général pour l'utilisation de compost mais le principal frein rencontré est le manque de matériel adapté à l'épandage. Concernant la pratique du compostage, le manque de matériel ressort également de manière importante, en plus du manque de ressource compostable et du manque de temps. La pratique de compostage est principalement motivée par le souhait de tendre vers l'autonomie. Néanmoins, un manque de connaissance se fait ressentir pour l'ensemble de l'échantillon, même pour les producteurs de compost.

Mots clés : Compost – Vergers – Compostage – Arboriculture – Enquête

Abstract

The beneficial effects of compost in improving soil quality and carbon storage are now widely recognized. However, there is little data on the field realities of compost production and use practices adopted by tree growers, particularly with regard to the determinants of practices. In a context where organic fertilizers are being used more and more, this study mainly aims at reviewing compost use and production practices among arboriculturists. The goal is to characterize the determinants of the practices but also to gauge the interest shown and to identify the perceived obstacles to these practices. The results reveal a strong general interest in the use of compost but that the main obstacle encountered is the lack of suitable equipment for spreading in the field. Concerning the practice of composting, the lack of materials also stands out in an important way, in addition to the lack of compostable resources and the lack of time. The practice of composting is mainly motivated by the desire to move towards autonomy. Nevertheless, a lack of knowledge is felt by the whole sample, even by compost producers.

Keywords: Compost – Orchard – Composting – Arboriculture – Survey

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Stéphanie Drusch pour m'avoir encadré durant cette période de stage et pour les relectures, ainsi que Marion Cassagrande pour ses conseils méthodologiques et Pascale Guillermain pour sa contribution aux réflexions durant les comités de pilotage. Merci à Aude Alaphilipe pour son accompagnement et ses moments accordés qui ont été d'une grande aide à la réflexion, mais aussi pour son écoute dans les moments les moins faciles. J'exprime mes remerciements envers toute l'équipe de l'unité expérimentale de Gotheron, Vincent Mercier, directeur de l'unité, ainsi que Claude Bussi et Laurent Brun pour leurs échanges, Dominique et Pedro mes collègues de bureau, et tous les salariés de l'unité pour leur bonne humeur générale et tous ces moments partagés ensemble.

Je souhaite également remercier M. Sitraka Andriaranisoa d'avoir été mon professeur tuteur et Mme Karin Sahmer, M. Laurent Clusman et Mme Julie Christiaen pour leur disponibilité, leur écoute face à mes interrogations, contribuant positivement à la réflexion et à la méthodologie employée.

Merci à Blaise Leclerc, agronome et expert en matière organique, et Jacques Fuchs, docteur et expert en compostage, pour leur disponibilité, leur partage de connaissance et de savoir.

J'exprime aussi tout ma gratitude aux arboriculteurs ayant pris le temps de répondre au questionnaire en ligne, notamment ceux ayant accepté d'effectuer les entretiens. Grâce à leur contribution, des éléments concrets de terrain ont pu être collectés et analysés donnant matière à ce sujet d'étude. Ceci n'aurait pu être possible sans l'aide de toutes les personnes intermédiaires, représentantes de différentes structures, qui ont accepté de diffuser l'enquête.

Passons aux remerciements un peu plus officiels mais pas moins importants.

Un grand merci à la coloc' de « La Ruche Truk Much' » (Clocloche, Barbamille, Mat', Sarah, Sophie, Fifou, Raph, Mel, et cie) pour m'avoir accueilli parmi ce joyeux essaim d'abeilles, pour ces grandes bouffées d'air frais et toutes ces discussions enrichissantes qui ont fortement contribué à mon épanouissement personnel et donc professionnel. Alors, encore merci !

Une pensée à toutes les personnes que j'ai pu rencontrer durant mon cursus ingénieur lillois avec qui de forts liens amicaux se sont tissés : Speky, Ben, Gipou, Feufeu, Caro, Clairotte... Les jours passés ont été toujours plus heureux à vos côtés ! Sans oublier Julie et Léa pour leur relecture et précieux retours objectifs.

Merci à ma famille pour son appui et son réconfort.

Ces remerciements seraient incomplets sans citer le fidèle et immuable soutien de mes ami(e)s de mes terres d'origine, ma deuxième famille : Lysa, Man, Fiona, Mel, Chouchou, Rémi, Clarotte, Elo, Od et tous les copains, copines, qui se reconnaîtront (sans oublier la nouvelle relève qui devrait arriver incessamment sous peu !). Et n'oubliez pas les ami(e)s, l'humus c'est la vie !

Sommaire

Résumé.....	3
Abstract	3
Remerciements	4
Sommaire	1
Introduction.....	1
A. Cadre de l'étude	3
A.1 Présentation de la structure d'accueil	3
A.2 Le GIS Fruits, cadre de l'étude.....	3
B. Etat de l'art, Contexte et Problématique	5
B.1 Contexte	5
B.2 L'arboriculture	5
B.2.1 La filière arboricole en France : entre fragilité et précieux atouts.....	5
B.2.2 Spécificités, besoins et limite de l'arboriculture	6
B.3 La fertilisation organique	7
B.4 Le compost	8
B.4.1 Avantages du compost	8
B.4.2 Choix du compost	9
B.5 Le compostage.....	10
B.5.1 Définition	10
B.5.2 Les paramètres influençant/agissant sur le compostage.....	10
B.5.3 Processus de compostage	12
B.6 Problématique.....	13
C. Méthodologie et moyens mis en œuvre	14
C.1 L'enquête en ligne	14
C.1.1 Objectifs.....	14
C.1.2 Construction du questionnaire.....	15
C.1.3 Moyens de diffusion et récolte de données.....	15
C.1.4 Méthode d'analyse :.....	16
C.2 Les entretiens semi-directifs	17

C.2.1	Objectifs.....	17
C.2.2	Présentation du guide d’entretien.....	17
C.2.3	Sélection de l’échantillon des entretiens semi-directifs.....	17
C.3	Cas d’étude de Gotheron.....	18
D.	Présentation et analyse des résultats.....	19
D.1	Résultats de l’enquête en ligne.....	19
D.1.1	Description de la population observée.....	19
D.1.2	L’apport de matières organiques.....	21
D.1.3	Les typologies.....	23
D.1.4	Intérêts et freins identifiés.....	27
D.1.5	Les gisements de déchets organiques générés chez les arboriculteurs.....	31
D.1.6	Limites de l’enquête en ligne.....	33
D.2	Résultat des entretiens semi-directifs.....	33
D.2.1	Quelles pratiques de compostage chez les arboriculteurs ? (Profil Prod).....	34
D.2.2	Les utilisateurs de compost (Profil Ut).....	40
D.2.3	Préconisation et piste d’amélioration de la plateforme de compostage de l’UERI de Gotheron.....	44
E.	Discussion et perspectives.....	47
	Conclusion.....	50
	Bibliographie.....	51
	Liste des annexes.....	53
	Table des figures.....	72
	Table des tableaux.....	73
	Liste des abréviations.....	74

Introduction

Les attentes sociétales et les diverses pressions environnementales poussent nos sociétés et nos politiques à adopter des pratiques vertueuses et respectueuses de l'environnement. Bien que l'agriculture productiviste d'après-guerre ait permis de répondre aux enjeux alimentaires, les conséquences sur l'environnement sont largement connues aujourd'hui, notamment sur les sols : diminution du carbone organique, réduction de la capacité d'infiltration en eau, augmentation des phénomènes d'érosion et de ruissellement, réduction du taux d'azote organique, etc. (Laurent 2015).

Or ces phénomènes sont en partie liés à la réduction du taux de matières organiques (MO) dont le rôle est primordial vis-à-vis de la fertilité des sols (physique, chimique et biologique). Aujourd'hui, la préservation du potentiel de production – incluant la fertilité, composante de la qualité des sols – fait partie des enjeux environnementaux centraux. Différentes pratiques agricoles peuvent jouer un rôle positif sur l'état des sols, notamment en termes de teneur en matière organique : rotation des cultures, diversification des cultures, ou encore l'apport de matières organiques (Chitrit et Gautronneau 2011)

Même si l'arboriculture fruitière représente moins d'un pour cent des surfaces agricoles françaises, cette culture pérenne a tout autant un rôle à jouer dans l'amélioration de la qualité des sols. Il s'agit par ailleurs un des enjeux actuels de l'arboriculture parmi bien d'autres (diminution des intrants de synthèse, gestion des adventices et des bioagresseurs, perte de vigueur des arbres, etc.). La fertilisation organique peut permettre de répondre à différentes problématiques rencontrées par les arboriculteurs dont l'apport de compost.

Le compost possède de nombreuses propriétés agronomiques intéressantes en fonction des objectifs recherchés (augmentation de la teneur en humus, stimulation de l'activité microbienne, ...), et sa production permet aussi le recyclage de déchets organiques (DO) d'origine diverse (urbaine, industrielle, agricole...)

Le compostage à la ferme permet de valoriser des produits organiques en amendement organique et peut contribuer à subvenir aux besoins des exploitants. Le compostage à la ferme est souvent renseigné pour la gestion des effluents d'élevage (et donc relatif aux éleveurs) mais peu de données existent concernant les exploitations arboricoles.

Dans un contexte où les fertilisants organiques sont amenés à être de plus en plus employés, cette étude vise principalement à faire un état des lieux des pratiques d'utilisation et de production de compost chez les arboriculteurs afin d'évaluer l'existant et de caractériser les déterminants des pratiques. Aussi, l'objectif de cette étude est d'évaluer les possibilités de développement des pratiques liées au compost par l'identification des freins et des avantages perçus chez les arboriculteurs. L'évaluation des gisements de déchets organiques sur les exploitations arboricoles permettra également de contribuer à cet objectif.

Ainsi la problématique posée dans ce rapport est la suivante : Quelles sont les pratiques de production et d'utilisation de compost chez les arboriculteurs et les possibilités de développement par l'identification des freins et avantages perçus ?

Après une présentation de la structure d'accueil (INRAE) et de l'organisme financeur (GIS Fruits), sont exposés le contexte, la problématique de l'étude et l'état de l'art. Les moyens mis en œuvre et la

méthodologie employés pour y répondre sont par la suite détaillés (enquête en ligne et entretiens semi-directifs) avant de déboucher sur la présentation des résultats et de leurs analyses. Des perspectives sont ensuite proposées.

A. Cadre de l'étude

A.1 Présentation de la structure d'accueil

L'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) est né en janvier 2020 suite à la fusion entre deux organismes de recherche : l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et l'Institut national de Recherche en Science et Technologie pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA). INRAE possède 18 centres, axés sur différentes thématiques, répartis dans différentes régions de France métropole et Outre-mer.

L'Unité Expérimentale de Recherches Intégrés (UERI) de Gotheron, située à Saint-Marcel-lès-Valence dans la Drôme, en région Auvergne-Rhône-Alpes, est rattachée au centre PACA. Positionnée sous le département « Santé des Plantes et Environnement » (SPE), l'UERI de Gotheron est l'une des trois unités expérimentales du centre PACA et développe des programmes d'expérimentation et de recherche portés sur des systèmes de vergers durables. L'objectif général étant de réduire les intrants dans le système de culture tout en assurant une production qualitative des fruits. Sur les 86 ha du domaine de Gotheron, une dizaine d'hectares du domaine est exploitée comme support d'expérimentations en arboriculture fruitière (vergers de pommiers, de pêchers, d'abricotiers et verger multi-espèce). Ajouté au personnel de gestion administrative composé de 4 salariés, le personnel de recherche de l'UERI de Gotheron réunit 19 ingénieurs-chercheurs et techniciens, répartis en 3 équipes :

- L'équipe « Système Verger Agro-Ecologique » (SaVAGE)
- L'équipe « Idéotype Abricotier » (IA)
- L'équipe « Maladies et qualité du pêcher » (Mqp)

L'INRAE de Gotheron partage le site avec deux autres organismes, le GRAB et l'ITAB.

A.2 Le GIS Fruits, cadre de l'étude

Un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) est un dispositif contractuel de collaboration scientifique qui réunit plusieurs structures et/ou organisations dont l'objectif est de mutualiser les compétences, les connaissances, les savoir-faire et les moyens pour le développement de la recherche, généralement autour d'une problématique ou d'enjeux. Il s'agit de valoriser l'effet synergique qu'implique la coopération scientifique. Dans le secteur de l'agriculture et de l'agro-alimentaire on dénote 3 « types » de GIS : le GIS relance agronomique, les GIS filières et les GIS thématiques (figure 1).

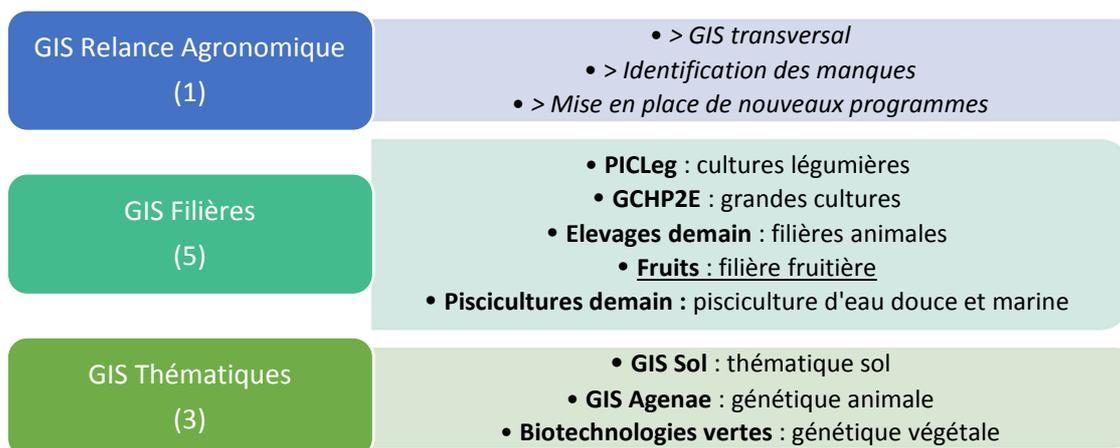


Figure 1 : Les différents types de GIS dans les domaines de l'agriculture et de l'agroalimentaire (source : site de la chambre d'agriculture)

Le GIS Fruit a été créé en 2012, dans une optique de développer la filière dans une démarche de durabilité. Les programmes de recherche sont organisés autour de six axes thématiques, en plus des actions transversales (communication, formation, accompagnement, ...) :

1. Organisation des acteurs et compétitivité du secteur
2. Attentes sociétales
3. Connaissance du fonctionnement et maîtrise des bio-agresseurs
4. Adaptation et anticipation du changement climatique
5. Approche système aux trois échelles : parcelle, exploitation agricole et territoire
6. Elaboration et maintien de la qualité des fruits frais et transformés



Figure 2 : Logo du GIS Fruits (source : sival-angers.com)

Le présent stage est soutenu par le GIS Fruits et s'inscrit dans l'axe thématique « Approche système aux trois échelles : parcelle, exploitation agricole et territoire » et a été construit en partenariats avec trois membres du GIS : **l'INRAE, l'ITAB et Agrocampus Ouest.**

En 2016, une enquête a été menée par le GIS auprès de producteurs fruitiers et de conseillers concernant la thématique des sols en arboriculture. En effet, cette thématique reste peu développée en arboriculture, et il était nécessaire de capter les questionnements et besoins des acteurs de la filière pour ensuite identifier les questions de recherches. Cette étude a mis en avant le besoin de connaissances sur le sol et a mis en lumière les préoccupations des arboriculteurs face aux problèmes de perte de vigueur des arbres et des rendements. Or ces phénomènes sont en partie liés aux propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, influencées par les pratiques culturales et les modes de conduites (gestion du sol, type d'apport, ...). Ce rapport conclut que la fertilisation organique est un des leviers principaux à mobiliser (Colleu et al. 2019).

B. Etat de l'art, Contexte et Problématique

B.1 Contexte

Les effets bénéfiques du compost vis-à-vis de l'amélioration de la qualité des sols et du stockage du carbone sont largement reconnus. Le compostage permet de valoriser des produits organiques en amendement organique.

A l'échelle de l'exploitation agricole, le compostage à la ferme – pouvant contribuer à subvenir aux besoins des exploitants – est souvent renseigné pour la gestion des effluents d'élevage (et donc relatif aux éleveurs).

Cependant, il existe peu de données quant aux réalités de terrain relatives aux pratiques de production et d'utilisation de compost adoptées par les exploitants arboricoles, notamment concernant les déterminants de pratiques.

Dans un contexte où les fertilisants organiques sont amenés à être de plus en plus employés, cette étude vise principalement à faire un état des lieux des pratiques d'utilisation et de production de compost chez les arboriculteurs afin d'évaluer l'existant et de caractériser les déterminants des pratiques.

Mais avant cela, il est nécessaire d'apporter quelques définitions et éléments bibliographiques sur l'arboriculture, ses problématiques générales et ses spécificités, ainsi que les caractéristiques du compostage et du compost.

B.2 L'arboriculture

B.2.1 La filière arboricole en France : entre fragilité et précieux atouts

La filière arboricole française subit depuis quelques années diverses crises peinant sa compétitivité face à une concurrence européenne et mondiale toujours plus forte (Gousseau 2006). Ces crises sont d'ordre économique (ratio offre/demande), climatique (1991, 1998, 2003), ou encore sanitaire (sharka, monilia, xanthomonas, ...). Cependant cette filière possède de nombreux atouts d'un point de vue :

- *Economique* : 2,4 millions de tonnes de fruits de table produits en 2018 (AGRESTE 2020). La valeur de production s'élève à 3 180 millions d'euros en 2018 (4% des biens agricoles). En 2017, la France est le 5ème pays producteur dans le secteur après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, et la Pologne (EuroStat 2019). Les espèces principalement cultivées sont la pomme (61%) suivi des pêches/nectarines (8%) et des prunes (8%).
- *Environnemental et territorial* : les vergers français représentent 0,7 % de l'ensemble de la SAU totale soit 180 000 ha (FranceAgriMer 2018). Les principaux bassins de production sont représentés par le bassin Rhône-Méditerranée (50%), le bassin Sud-Ouest (25%) et le bassin du Val de Loire (7%) (Figure 3). De plus l'arboriculture joue un rôle environnemental dans l'aménagement du paysage en constituant des biotopes spécifiques. En stockant le carbone dans la biomasse ligneuse, les vergers jouent un rôle positif dans la régulation du climat à condition d'une bonne gestion des bois durant la fin de vie des vergers. (Bopp 2019)

- *De santé publique* : Le rôle positif de la consommation de fruits sur la santé humaine est largement reconnu et occupe une place importante dans l'alimentation diversifiée.

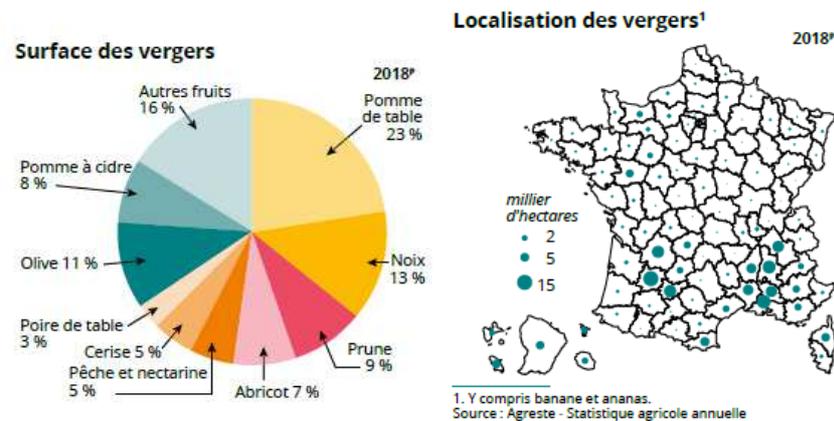


Figure 3 : Répartition des vergers en France en 2018 (source : AGRESTE 2019)

Les atouts cités sont toutefois à nuancer. Les avantages sur la santé et l'environnement peuvent être contrebalancés en fonction de l'intensité de la protection phytosanitaire et d'utilisation d'engrais azotés par exemple (Codron et al. 2003). Même si les intrants tendent à diminuer par rapport aux dernières décennies avec le développement de la Production Fruitière Intégrée (années 70-80) ou l'accompagnement de la recherche vis-à-vis des méthodes alternatives à la lutte chimique (années 90-2000) et des pratiques culturales (à partir de 2000), l'enjeu de la réduction des intrants de synthèse est bien réel et toujours d'actualité (Simon et al. 2013).

B.2.2 Spécificités, besoins et limite de l'arboriculture

Par rapport aux cultures annuelles, les vergers se distinguent par la complexité du système (Simon et al. 2013) :

- Au niveau spatial : milieu multi-strate, structuration de l'espace avec les rangs d'arbres et les inter-rang, présence fréquente de haies, ...
- Et au niveau temporel : cycle de vie d'un verger peut durer d'une à plusieurs décennies en fonction de l'espèce avec une phase de démarrage plus ou moins longue précédant l'entrée en production

L'arboriculture se caractérise par une forte utilisation de produits phytosanitaires, dont l'indicateur de fréquence de traitement (IFT) est en moyenne supérieur à 30 pour la culture de pommiers (Crétin et Triquenot 2018) (Annexe 1 : Figure 23, p.71). La demande en main d'œuvre est très importante en arboriculture (surtout de manière saisonnière), en se plaçant en deuxième position, derrière la viticulture. Les investissements à la plantation sont également élevés compris entre 12 000 € et 50 000 €, voire plus en fonction de l'espèce fruitière cultivée (Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne 2018).

Les arbres fruitiers ont des besoins nutritifs pouvant varier d'une espèce à l'autre qu'ils doivent disposer en quantité suffisante et au bon moment. Ces besoins sont généralement bien moindres par rapport aux cultures annuelles. Les vergers exportent relativement peu d'éléments minéraux, puisqu'en général il ne s'agit que des fruits, les résidus de tailles étant généralement restitués au sol (Gazeau 2012). Les besoins en éléments nutritifs – basés principalement sur l'exportation des fruits –

sont caractérisés par des teneurs plutôt faibles en azote, élevées en potassium et faibles en phosphore (Libourel s. d.), comme l'indique le Tableau 1.

Tableau 1 : Besoins annuels d'éléments nutritifs (kg/ha) des différents organes des pommiers (Batjer et al. 1952, cité par Kuster et al. 2017)

	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	Ca	Mg
Fruits (40 t/ha)	20,0	13,0	5,7	60,0	49,8	3,6	1,8
Feuilles	43,0	6,5	2,8	54,5	45,2	70,1	16,3
Branches, tronc, racines	15,5	8,5	3,7	15,0	12,5	37,2	2,1
Divers (bourgeons, bois mort)	10,5	3,0	1,3	15,5	12,9	2,9	0,9
Bois de taille	10,0	4,4	1,9	4,0	3,3	22,9	1,5
Total verger	99,0	35,4	15,4	149,0	123,7	136,7	22,6

Par ailleurs, les mycorhizes jouent un rôle positif pour l'apport en phosphore à condition que les apports en phosphore soient limités et que le sol ne soit pas trop riche (Libourel s. d.).

La fertilisation en arboriculture est raisonnée en fonction du rendement et est modulée en fonction des observations de la culture (vigueur, analyse foliaire, floribondité, rendement de l'année précédente, ...), et d'analyse de sol (taux de MO, CEC, pH, reliquat azoté ...). L'azote est l'élément nutritif influençant majoritairement la croissance des arbres et le rendement. Les excès, les carences ou les déséquilibres en lien avec les autres éléments peuvent entraîner des conséquences directes à l'échelle du verger telles que la chute de rendement, la stimulation de l'alternance, l'excès ou la baisse de vigueur, ainsi que favoriser des problèmes sanitaires (comme les monilioses sur pêcher, favorisées par la croissance irrégulière des fruits et les pucerons appréciant les jeunes pousses riches en azote) (Mandrin et Weydert 2013).

Une autre problématique spécifique à l'arboriculture concerne la replantation de vergers avec un précédent de la même espèce (raréfaction de « terres neuves ») conduisant au phénomène de « fatigue des sols » lié à un déséquilibre du sol et traduit par une baisse de rendements et de vigueur des arbres. Divers moyens peuvent être mis en place pour faire face à ce problème (apport massif de compost, choix du porte greffe, broyage complet du verger arraché, ...) qui font objet de sujets de recherche (Gandubert, 2017)

Longtemps réduite aux simples apports d'éléments nutritifs pour la culture en place, la gestion de la fertilisation prend dorénavant davantage en considération l'importance de la fertilité (biologique, physique et chimique) des sols en intégrant la nécessité de « nourrir le sol » pour qu'il puisse lui-même nourrir les cultures en place. Diverses pratiques de fertilisation sont mises en œuvre pour maintenir et améliorer la fertilité des sols, dont l'apport de produits organiques : comme des engrais ou des amendements, du fumier ou encore du compost (d'origine diverse) (Cadillon, Leclerc, et Fourrié 2015).

B.3 La fertilisation organique

Les produits résiduaux organiques (PRO) sont utilisés pour fertiliser les cultures (source de nutriments) et pour amender les sols (entretien du stock de carbone ou, dans une moindre mesure, la

correction du pH). Les propriétés biochimiques des produits organiques conditionnent la réponse de ceux-ci lors de l'apport. La minéralisation de l'azote dépend de trois caractéristiques :

- La stabilité de la matière organique
- La teneur en azote organique et minéral
- Le rapport C/N (organique et non total)

A noter qu'il est important de considérer la biodégradabilité du carbone organique (fonction de la constitution biochimique) au-delà de la simple valeur du C/N car c'est ce qui va prédire les phénomènes de minéralisation ou d'organisation de l'azote.

Si la matière organique est facilement biodégradable avec un C/N plutôt faible (inférieur à 8-15), la minéralisation de l'azote est rapide et importante dans l'année. Ces types de produits organiques possèdent donc un effet nutritif et sont considérés comme des engrais (Figure 4, cas 1). A l'inverse, lorsque la matière organique est stable avec un C/N proche des 8-15, le produit organique possède une faible vitesse de minéralisation, mais a l'avantage d'enrichir le stock de matière organique du sol (Figure 4, cas 3). Pour un produit organique facilement biodégradable avec un C/N élevé (supérieur à 8-15), l'azote du sol est immobilisé pouvant pénaliser la culture en place d'où l'importance de la date d'apport (Figure 4, cas 2).

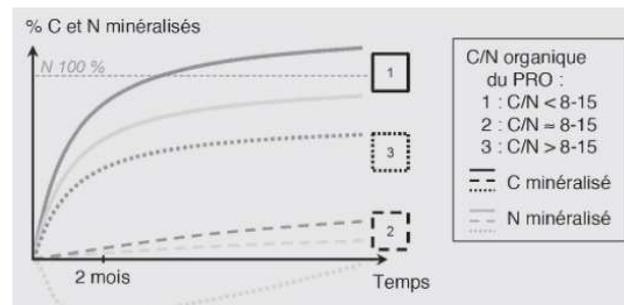


Figure 3 : Des dynamiques de minéralisation (C et N) variables en fonction des caractéristiques (C/N, biodégradabilité) du produit organique apporté (source : Houot, 2015)

Les figures 27 et 28 permettent de visualiser les différences de minéralisation du carbone – traduisant la biodégradabilité du produit – pour différents produits organiques (engrais et amendements)

Plus la part d'azote minéral dans le produit organique est élevée plus la valeur fertilisante est importante et inversement, la forte stabilité de la matière organique rend la minéralisation faible.

B.4 Le compost

Les composts sont principalement employés en tant qu'amendements organiques.

L'apport de compost est généralement utilisé dans l'objectif d'augmenter les teneurs en matières organiques des sols et d'améliorer leur structure (Villio et al. 2001) ; la fourniture en éléments fertilisants, et augmenter l'activité microbienne (effet positif contre les pathogène tellurique (Le Bohec et al. 1999)

La plupart des études scientifiques traitent de la minéralisation de l'azote (très variable d'un compost à l'autre) et peu d'entre elles visent à quantifier la capacité des amendements à augmenter le taux de matières organiques (Houot, Francou, et Lineres 2002)

B.4.1 Avantages du compost

Composter de la matière organique possède plusieurs avantages. Cela permet de stabiliser la matière organique (processus de réorganisation), de diminuer son volume et donc d'augmenter la concentration en élément minéraux, ou encore, de l'assainir (élimination des graines d'adventices, de

pathogènes et de certains parasites). Le compostage permet aussi d'obtenir un produit homogène, facilitant l'épandage.

Lors de l'apport, les composts peuvent agir sur les propriétés **physiques, chimiques** et **biologiques** des sols de manières positives :

- Effet sur les propriétés physiques du sol :
 - Amélioration de la structure du sol
 - Amélioration de l'infiltrabilité et de la rétention en eau
 - Réduction de l'érosion/ruissellement et du tassement/compactage
- Effets sur les propriétés chimiques du sol :
 - Apport d'éléments nutritifs (macro- et oligo-éléments)
 - Apport de MO stable (CEC augmenté favorisant le stockage et disponibilité des éléments nutritifs)
 - Effet positif sur le pH (effet tampon)
 - Pouvoir épurateur agissant sur la qualité de l'eau souterraine
- Effet sur les *propriétés biologiques* du sol :
 - Apport de substrat pour les microorganismes
 - Augmentation des populations de microorganismes (par la présence des microorganismes présents dans le compost et par la stimulation de l'activité biologique qu'il génère)
 - Amélioration de l'équilibre microbien

L'apport de compost peut également générer un effet sanitaire contre les pathogènes telluriques (présence de microorganismes antagonistes) (Znaïdi 2002).

B.4.2 Choix du compost

Différents paramètres conditionnent le type de compost obtenu avec des effets différents lors de l'apport. Il est donc nécessaire de connaître l'effet recherché par l'apport de compost : effet fertilisant court-terme, amélioration de la structure du sol (capacité de rétention en eau, porosité...), amélioration du pH, effet suppressif, ... Mais aussi en fonction du domaine d'application dont les exigences et les besoins sont différents : grandes cultures, cultures sous-abri, plantes en pot, arboriculture, ...

Les paramètres à prendre en considération dans le choix d'un compost sont divers comme la teneur en éléments fertilisants, la disponibilité des éléments fertilisants, le pH, la salinité, la stabilité de la matière organique, ou encore, l'activité biologique (effet suppressif).

En fonction du choix des matières premières, de la conduite du processus, et du degré de maturité, la qualité du compost n'est pas la même : la stabilité du produit organique augmente avec la durée du compostage et l'introduction de composés carbonés difficilement biodégradables, tels que des matières ligneuses (déchets verts).

En arboriculture, il faudra tenir compte des pertes en humus du sol afin de les compenser par les apports de compost tout en prenant en considération les teneurs en éléments fertilisants dans le bilan humique. Car si en moyenne seulement 5 à 10% de l'azote organique des composts est libéré durant la première année, 100% du potassium et 50% du phosphore le sont (ARVALIS 2020). Il est donc

important d'évaluer les besoins des arbres. Un compost non approprié peut provoquer une immobilisation de l'azote au détriment de la culture en place. En général, il est recommandé d'apporter des composts se comportant comme des engrais en fin d'hiver/printemps (en prenant en compte les réglementations) et ceux comme des amendements en automne. En fonction du type de sol, la quantité à apporter peut-être modulée (augmentation de la dose pour un sol « fatigué » par exemple).

B.5 Le compostage

B.5.1 Définition

Est retenu dans ce présent rapport la définition du processus de compostage proposé dans le guide de lecture pour l'application des règlements (CE° n°832/2007 et n°889/2008 de la CNAB-INAO (2010, version de janvier 2020) :

« Le processus de compostage est une transformation **contrôlée** en tas, qui consiste en une décomposition **aérobie** de matières organiques d'origine végétale et/ou animale hors matières relevant des déchets animaux au sens de l'arrêté du 30 décembre 1991 (J.O.R.F. du 28/06/96, modifié par l'arrêté du 06/02/98, J.O.R.F. du 10/02/98). L'opération de compostage vise à améliorer le taux d'humus. Elle est caractérisée à la fois par :

- Une élévation de température,
- Une réduction de volume
- Une modification de la composition chimique et biochimique,
- Un assainissement au niveau des pathogènes, des graines d'adventices, et de certains résidus.

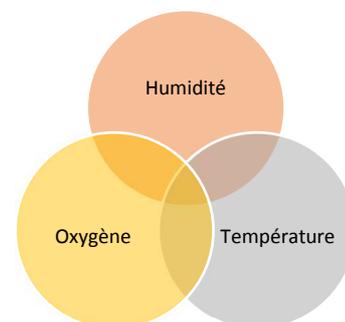
[...] Ni dépôt de fumier stocké par simple bennage, ni le compostage dit de surface (épandage de fumier sur le sol puis incorporation superficielle) ne peut être assimilé à un compostage. » (Ministère de l'Agriculture, 2020)

L'épandage et l'incorporation des matières organiques non-compostées (appelé à tort « compostage de surface ») ne permet pas l'assainissement par l'élévation de la température, et l'évolution des matières premières est différente ne pouvant aboutir à du compost.

Le fumier de dépôt se dégrade majoritairement en anaérobiose à défaut d'une gestion contrôlée du tas de matières organiques (aération) ne permettant donc pas de remplir les objectifs du compostage (Leclerc 2001).

B.5.2 Les paramètres influençant/agissant sur le compostage

Afin que le processus de compostage ait lieu, il est nécessaire de fournir des conditions de vie idéales pour les microorganismes impliqués et donc de prendre en considération différents paramètres. Les facteurs clés sont le taux d'humidité, la température et la présence d'oxygénation dont les dynamiques sont étroitement liées.



B.5.2.1 Taux d'humidité

Bien que la présence d'eau soit indispensable pour assurer l'activité métabolique de microorganismes, une teneur en eau trop élevée risque de provoquer une

asphyxie du milieu (saturation des espaces lacunaires) conduisant à un processus de décomposition anaérobique, ce qui n'est pas désirable. Il est recommandé de maintenir un taux d'humidité aux alentours de 60-65% en début de processus (phase active). En phase de maturation (fin du processus), l'humidité atteint les 30%. Au cours du compostage, la teneur en eau dans le système varie et il est commun d'observer des pertes de 50% (évaporation dû à l'échauffement induit par l'activité biologique). Les conditions de compostage (aération forcée, retournements, etc) ainsi que les matières organiques employées lors du mélange initial sont autant de paramètres influençant le taux d'humidité. Les composts sont généralement arrosés afin de compenser les pertes en eau du système. Une méthode empirique permet d'évaluer la teneur en eau du compost, il s'agit de la « méthode du poing » (Annexe 1, Figure 25)

B.5.2.2 La température

Comme vu précédemment, le compostage est un processus exothermique qui peut atteindre de hautes températures avec un pic durant la phase thermophile traduisant une activité microbienne importante. Cette phase de chaleur permet *d'assainir* le compost des pathogènes et des graines d'adventices. On parle d'hygiénisation du compost. En fonction de la composition des matières organiques initiale, l'évolution de la température sera différente. En effet, la montée en température est plus rapide avec des déchets de végétaux riches en sucre (cellulose, hémicellulose) que des déchets de végétaux ligneux : le caractère fermentescible diffère d'un substrat à l'autre (Annexe 1, Figure 31). A l'inverse, pour un même substrat les niveaux de température atteints peuvent différer. Cela dépend notamment de divers facteurs tels que les dimensions du tas de compost, du climat (influence sur l'humidité), la présence de bâche, de la transformation physique, etc. Dans certains cas, la température peut monter jusqu'à 90°C ayant pour conséquence la destruction de microorganismes bénéfiques. En effet, seulement quelques bactéries montrent une activité biologique au-delà de 70°C (Diaz et Savage 2007). Il est donc important de trouver un juste milieu avec une montée en température et un pic pas trop élevé pour assurer la vie microbiologique mais suffisante pour assurer l'hygiénisation du compost. L'ADEME estime un compost correctement hygiénisé lorsqu' il atteint **55°C pendant 15 jours** ou **50°C pendant 6 semaines**. La directive Suisse sur la qualité des composts (2010) recommande une température au-dessus de 55°C pendant 3 semaine, ou à plus de 65°C pendant une semaine. (Abächerli et al. 2010)

Selon Eklind et al. (2007) la température optimale de dégradation de la MO se situe aux alentours de 55°C. Pour d'autres, un pic de température qui atteint 60 – 65°C est optimum (Wurff et al. 2016).

Un suivi régulier de la température est un bon indicateur de la qualité du processus de compostage et permet de s'assurer de l'hygiénisation du compost et permet en partie le bon suivi de la fermentation aérobie. Il s'agit d'un paramètre facilement mesurable à l'aide d'une sonde de température pour compost. Il est recommandé de faire trois relevés par semaine pendant les trois premières semaines puis une fois par semaine.

Un mélange de départ riche en azote combiné à un faible taux d'humidité peut être à l'origine des températures très élevées (70 – 80°C). L'étape de retournement est importante afin d'assurer une hygiénisation complète. En effet, la température étant hétérogène au sein de l'andain (les couches extérieures sont plus froides qu'à cœur), le retournement permet une homogénéisation. Cette intervention doit être effectuée lorsque les températures baissent autour des 50°C. Une température

insuffisante peut être expliquée par différentes raisons : un mélange de départ trop riche en carbone, un taux d'humidité trop bas ou trop important, ou un manque d'oxygène.

B.5.2.3 Teneur en oxygène

La circulation des gaz est cruciale pour assurer la fermentation aérobie et plus particulièrement durant la phase thermophile où la demande en oxygène est la plus importante du fait de la forte activité microbienne accompagnée d'une forte production de CO₂. L'aération peut se faire de manière active par ventilation (aération forcée) ou bien de manière passive par retournement. Un trop faible niveau d'oxygène peut induire l'apparition de nouvelles populations microbiennes non désirables faisant basculer peu à peu la fermentation vers la voie anaérobie (Fuchs 2017). Bien que la demande en oxygène soit largement plus faible en phase de maturation, un niveau minimal d'oxygène est essentiel et ce, même durant l'étape de stockage du produit fini. La phase gazeuse du tas de compost doit contenir une teneur en oxygène d'au minimum 3 à 5% (Wurff et al. 2016). Une teneur en deçà de 2.5% peut induire la production de méthane (CH₄).

B.5.3 Processus de compostage

On distingue deux phases dans le processus de compostage : une phase de dégradation très active et une phase de maturation. En fonction du type de communauté microbienne majoritairement actif, des variations de température apparaissent. Ainsi, la **phase de dégradation** peut être subdivisée en deux (Figure 4) : une première phase, dite **mésophile**, où les bactéries et champignons vont être fortement actifs par la présence de la matière organique facilement dégradable (métabolisation des molécules simples et une partie de polymères), générant une production importante de chaleur et de CO₂.

Apparaît ensuite la **phase thermophile** lorsque la température est de l'ordre de 60 – 70°C où seuls les micro-organismes thermorésistants et thermotolérants peuvent se développer (principalement bactéries et actinomycètes au détriment des champignons). Cette phase se caractérise aussi par une importante perte d'eau (sous forme de vapeur).

Une fois le pic de température dépassé s'ensuit la phase de **refroidissement** où les microorganismes mésophiles vont pouvoir recoloniser le milieu. En effet, la quantité de MO facilement dégradable étant de moins en moins disponible, l'activité microbienne se voit diminuer induisant ainsi une baisse de la température.

Enfin, la phase de **maturation** permet la production d'humus stable (processus d'humification) par les populations fongiques principalement. L'activité microbiologique est plus lente que dans la phase de fermentation car la dégradation des molécules facilement assimilables engendre une accumulation des molécules récalcitrantes (/réfractaire). Ces dernières sont à l'origine de l'effet de stabilisation de la matière organique.

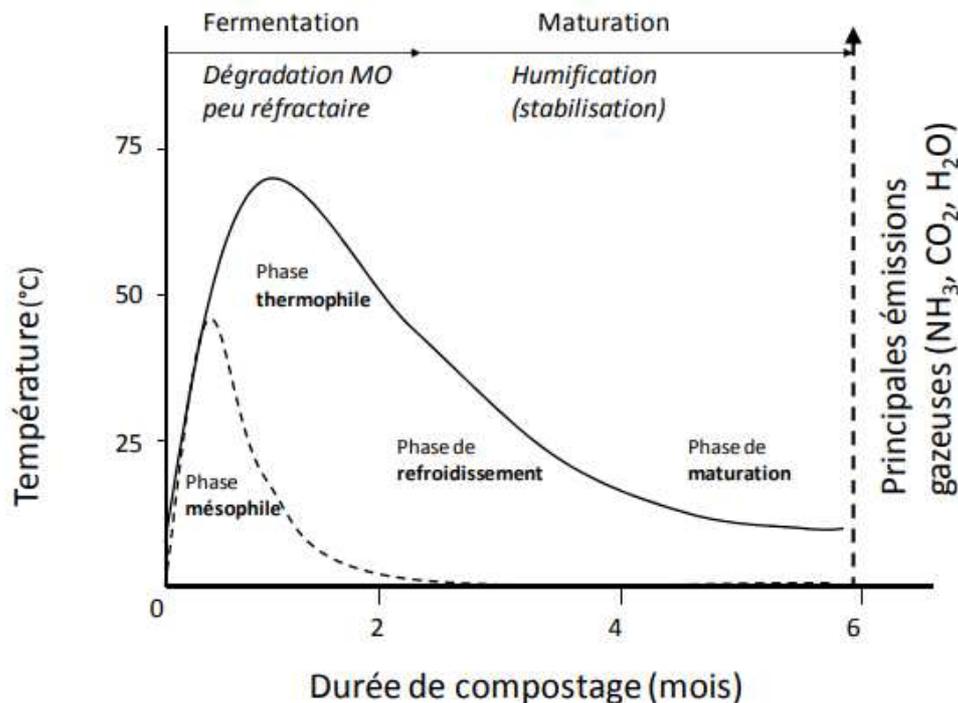


Figure 4 : Les différentes phases du compostage caractérisées par les variations de température (d'après Mustin, 1987. Issu de thèse 2013 Oudart)

B.6 Problématique

Cette étude porte sur le compostage et l'utilisation de compost chez les arboriculteurs afin d'établir un état des lieux de ces pratiques, mais aussi d'estimer les possibilités de développement de la pratique notamment par l'identification des freins et de l'intérêt porté par les agriculteurs, ainsi que des gisements de déchets organiques.

La problématique posée est donc la suivante :

Quelles sont les pratiques de production et d'utilisation de compost chez les arboriculteurs et les possibilités de développement par l'identification des freins et avantages perçus ?

Après avoir détaillé la méthodologie employée, sont exposées la présentation et la discussion des résultats avant de déboucher sur les perspectives et la conclusion.

C. Méthodologie et moyens mis en œuvre

Les trois objectifs visés par cette étude sont (1) d'identifier et de caractériser les pratiques de production et d'utilisation de compost, (2) de mettre en évidence les déterminants de pratiques avec l'identification des freins et des leviers associés et (3) d'évaluer le gisement de déchets organiques sur les exploitations arboricoles.

Pour répondre à ces objectifs, trois outils complémentaires sont mis en œuvre :

- (1) Un questionnaire en ligne offrant un état des lieux des pratiques d'utilisation et de production de compost en plus des caractéristiques des exploitations
- (2) Des entretiens semi-directifs permettant d'avoir un niveau de détail à l'échelle des exploitations (caractérisation des pratiques, les éléments techniques mis en œuvre, niveaux de satisfaction, ...)
- (3) Le cas d'étude *in situ* de Gotheron illustrant une situation concrète de production et d'utilisation de compost, avec certes des particularités qui lui sont propres, mais dont des correspondances peuvent être soulevées vis-à-vis de l'enquête et des entretiens.

La démarche s'inspire de l'approche « traque à l'innovation » et plus particulièrement en ce qui concerne les producteurs de compost. En effet, le compostage étant une pratique jugée « hors-norme » dans le secteur arboricole

C.1 L'enquête en ligne

C.1.1 Objectifs

L'enquête se base sur une méthodologie exploratoire (plutôt que comparative) en cherchant à identifier les pratiques de compostage et d'utilisation de compost chez les arboriculteurs en France métropolitaine. L'idée étant d'établir un état des lieux des pratiques existantes, sans pour autant viser l'exhaustivité ni une représentativité des pratiques. De plus, ce questionnaire a aussi pour fonction de segmenter l'échantillon en trois typologies (Figure 5) pour pouvoir sélectionner les arboriculteurs pour la deuxième phase de l'enquête : les entretiens semi-directifs.

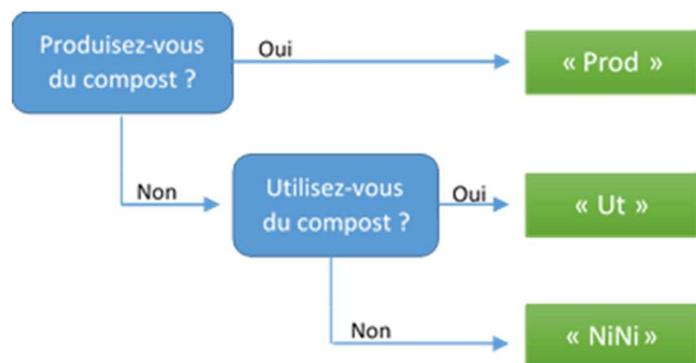


Figure 5 : Démarche de segmentation de l'échantillon en sous-échantillons permise par le questionnaire

(**Prod** : producteurs de compost / **Ut** : utilisateurs de compost / **NiNi** : non-composteur et non-utilisateurs de compost)

Pour les arboriculteurs effectuant le compostage, il s'agira d'évaluer leur proportion, de qualifier la pratique, et d'identifier les conditions favorables et/ou défavorables au compostage en fonction de plusieurs variables (localisation géographique, présence d'une autre activité arboricole, certification AB, opportunités d'approvisionnement de matière organique, objectif de fertilisation ...). Ces éléments pourront éventuellement permettre d'expliquer l'adoption du compostage et donc d'identifier les déterminants de pratique. La démarche est similaire pour les utilisateurs de compost.

Ce questionnaire a aussi pour but d'identifier les facteurs bloquants, le niveau de connaissance et l'intérêt porté quant aux pratiques liées au compost (utilisation et production) pour l'ensemble de l'échantillon. Une attention est également portée sur le gisement de déchets organiques générés chez les arboriculteurs susceptibles d'être compostés (potentiel de ressource) entre autres par la présence d'une autre activité agricole (production végétale ou animale) ou d'un atelier de transformation.

C.1.2 Construction du questionnaire

Le questionnaire en ligne a été construit via le logiciel d'enquête statistique LimeSurvey qui présente l'avantage d'offrir de nombreuses possibilités de paramétrage comme les choix de types de question ou les options de diffusion.

Le questionnaire est divisé en quatre parties :

- Les caractéristiques générales de l'exploitant et de l'exploitation
- Les pratiques de fertilisation organique dont l'utilisation de compost
- La pratique de compostage pour les arboriculteurs concernés
- L'intérêt porté et les freins rencontrés quant à l'utilisation et à la production de compost

Les répondants peuvent laisser leurs coordonnées à la fin du questionnaire s'ils acceptent d'être recontactés pour la deuxième phase de ce travail : les entretiens semi-directifs

La présence de questions filtres permet d'approfondir un sujet pour les individus concernés (le procédé de compostage pour les arboriculteurs-composteurs par exemple) et d'alléger les questionnaires pour les autres répondants, ce qui permet d'éviter qu'ils ne se découragent.

Afin d'éviter l'ambiguïté ou la complexité qu'il pourrait exister par la notion de « production de compost » celle-ci n'est volontairement pas définie. En effet, parmi ceux qui se considèrent comme producteur de compost, la précision du mode de gestion du procédé (illustré par des images) permettra d'évaluer si les caractéristiques du compostage sont respectées ou pas ()

Une attention particulière a été portée sur la compréhension, l'objectivité et la clarté des questions afin d'éviter toute ambiguïté, ou encore, le manque de propositions de réponses. Pour se faire, le questionnaire a été testé auprès du personnel de l'unité et auprès du directeur d'exploitation agricole d'un lycée agricole voisin, afin de le corriger et de l'améliorer. Le questionnaire se veut être le plus court possible avec des choix de réponses intuitifs en vue d'obtenir un maximum de réponses (disponible Annexe 2)

C.1.3 Moyens de diffusion et récolte de données

Le questionnaire a été créé et diffusé en ligne car cela permet une diffusion large et rapide, à moindre frais et avec des retours immédiats. L'unité étant en possession d'une liste de diffusion d'arboriculteurs très restreinte, une étape de prospection a été nécessaire. Différentes structures, et organismes du secteur de l'arboriculture fruitière ont été contactés tels que des coopératives agricoles spécialisées dans des productions fruitières, des associations, des organisations de producteurs, des centres techniques, des stations expérimentales, etc. Les chambres d'agriculture régionale ont également été contactées afin qu'elles puissent transmettre l'information aux chambres départementales, qui, à leur tour ont pu diffuser l'information aux conseillers arboricoles des chambres départementales, ultimes intermédiaires. L'enquête a également été mise en ligne sur le site du GIS fruits, et intégrée dans des bulletins techniques envoyés aux producteurs. En passant par cette diversité d'intermédiaires, le

souhait est de toucher un maximum d'arboriculteurs de régions diverses, et de cultures fruitières différentes. Au final, ce sont près de 160 mails envoyés fin juillet/début d'août avec une relance effectuée deux semaines après le premier envoi (Annexe 3).

Concernant les espèces présentes chez les arboriculteurs, le questionnaire permet de renseigner toutes les espèces fruitières présentes sur l'exploitation de manière exhaustive (question à choix multiple) et une question supplémentaire permet de connaître l'espèce la plus représentée en termes de surface en fonction des espèces présentes. Deux raisons justifient la présence de cette deuxième question : (1) cela permet d'alléger le questionnaire afin d'éviter un nombre trop important de questions au prorata des espèces cultivées qui pourrait décourager le répondant et (2) pour des questions pratico-techniques vis-à-vis du logiciel de construction d'enquête.

C.1.4 Méthode d'analyse :

➤ Les profils recherchés

La population ciblée est les arboriculteurs, tout type de verger confondu (sauf petits fruits) en cherchant à identifier ceux effectuant du compostage (producteurs de compost) et ceux utilisant du compost, ce qui amène à trois typologies recherchées (Figure 5) :

- **Profil « Prod »** : Les producteurs de compost
- **Profil « Ut »** : Les utilisateurs de compost
- **Profil « NiNi »** : Les non-producteurs et non-utilisateurs

Le profil Prod se distingue spécifiquement des autres profils par la présence de compostage, pratique originale et innovante. Une vérification a été effectuée afin d'identifier ceux réalisant un simple stockage de matière organique sans aucune gestion (retournement par exemple). En effet, on ne peut assimiler cette pratique à du compostage (cf. Partie B.5.1). Une brève analyse de ce sous-profil sera opérée. La typologie se rapprochant le plus de ces exploitants est le profil Prod (quantité de matière organique à gérer et entreposée dans un espace dédié). D'où le choix (discutable) de les considérer parmi celui-ci.

Le profil Ut se caractérise par l'apport de compost uniquement durant les années de production. En effet, l'apport de compost à la plantation est une pratique qui semblerait être plutôt courante chez les arboriculteurs et relativement occasionnelle au regard du cycle de vie d'un verger.

Pour le *profil NiNi*, il constitue le sous-échantillon de « référence » permettant d'effectuer les comparaisons avec les Prod et les Ut.

➤ Méthode et outils statistiques

Une fois l'échantillon global et les profils décrits, des analyses statistiques sont effectuées pour identifier l'existence de liens entre les variables à expliquer (production ou utilisation de compost) avec d'autres variables pouvant être explicatives.

L'outil statistique utilisé est les tests d'indépendance du Khi2, dans la mesure où les effectifs théoriques sont supérieurs à 5. Le cas contraire, le test exact de Fischer est appliqué. L'analyse des tableaux de contingence (avec les pourcentages par ligne ou par colonne) illustrés par des graphiques en barre est également associée à ces analyses statistiques afin d'explorer les tendances de cas qui peuvent exister entre les variables.

Une fois les variables ayant un lien significatif avec la production/l'utilisation de compost identifiées, une ACM (analyse de correspondance multiple) est effectuée afin de caractériser les différents profils qui se dégagent au sein des typologies (« Prod », « Ut », et « NiNi »).

Enfin, l'intérêt porté croisé avec les freins identifiés permettront de soulever des pistes de réflexion et de discussion.

C.2 Les entretiens semi-directifs

C.2.1 Objectifs

Les entretiens semi-directifs permettent d'avoir davantage d'informations, plus précises, en apportant une richesse supplémentaire par rapport aux résultats de l'enquête. De plus, cet outil permet de laisser un espace plus large vis-à-vis des réponses de l'enquêté, mais aussi au niveau des questions posées. Pour répondre à la problématique et approfondir les éléments de réponses obtenus dans le cadre de l'enquête, des entretiens semi-directifs ont été réalisés. Il s'agit d'entretiens approfondis qui s'appuient sur un guide d'entretien et qui ont pour objectif de comprendre la diversité des pratiques et des déterminants, pour évaluer dans quelles conditions la production/l'utilisation de compost est propice, en recueillant des informations pratiques, techniques, et contextuelles. L'idée étant aussi d'identifier les leviers potentiels qui favorisent le basculement vers ces pratiques. Au-delà des raisons d'adoption de ces pratiques, les entretiens offrent la possibilité d'évaluer le niveau de satisfaction et les solutions trouvées face aux freins soulevés par l'enquête.

C.2.2 Présentation du guide d'entretien

Le guide d'entretien est construit selon le principe de l'entonnoir : du plus général au plus précis, du moins impliquant au plus impliquant, tout en partant de faits, de pratiques et de choses concrètes pour aller vers les jugements, les valeurs. L'objectif du guide d'entretien est de faciliter l'échange tout en se focalisant sur les thèmes que l'on souhaite aborder.

Le guide d'entretien commence toujours par une phase introductive présentant l'enquête effectuée, le type d'information recherché, les buts associés, les conditions de l'interview (durée, confidentialité, utilisation de l'information, ...). Les thèmes à aborder sont ensuite listés, associés au sous-thème regroupant les questions ordonnées de façon logique. Une question générale par grand thème est généralement appliquée, permettant une certaine liberté de réponse pour l'arboriculteur. Une partie du guide d'entretien est adaptée en fonction du profil enquêté et les informations sont rassemblées dans une grille recueil (Annexe 4).

C.2.3 Sélection de l'échantillon des entretiens semi-directifs

Afin d'approfondir les enquêtes en ligne, le choix a été fait de surreprésenter les profils Prod (producteurs de compost) et les profils Ut (utilisateurs de compost). Procéder ainsi apporte une finesse de l'information sur les modalités d'utilisation ou de production de compost. En effet, on souhaite capter la diversité des pratiques au sein d'une même typologie dans des situations différentes, en vue d'analyser les similitudes et les éléments distinctifs.

Ainsi, le choix a été fait de sélectionner des arboriculteurs avec des caractéristiques différentes, identifiables par les réponses du questionnaire en ligne. Les modalités prises en compte pour cette sélection sont les suivantes : la localisation géographique, l'espèce principalement cultivée, la

certification AB (autant de AB que de non-AB), et dans la mesure du possible, la présence d'une autre activité agricole.

Pour la sélection de l'échantillon des profils Prod, sont exclus ceux n'effectuant qu'un simple stockage de matière organique sans aucune gestion.

Ainsi, trois producteurs et quatre utilisateurs de compost ont été sélectionnés pour les entretiens semi-directifs. Le procédé de sélection s'est effectué par épuisement de la diversité, contraint par la disponibilité des arboriculteurs et par la faible taille de l'échantillons.

C.3 Cas d'étude de Gotheron

La méthodologie employée pour la récolte d'information se rapproche des entretiens semi-directifs mais centrée sur une étude de cas : l'UERI de Gotheron. Celle-ci permet d'illustrer une situation concrète avec des conditions qui lui sont propres.

L'objectif est de rassembler les informations relatives à la plateforme de compostage, à savoir : l'origine et l'historique de cette pratique, la caractérisation des matières premières employées, la compréhension et la description de la gestion du processus de compostage (de la réception des matières premières jusqu'aux produits finis prêts à l'emploi), ainsi que les pratiques de valorisation (usage des composts).

Différents entretiens avec le personnel de l'unité sont menés pour éclaircir tous ces points et dont les pratiques semblent être automatisées du fait du caractère historique de la plateforme de compostage.

L'étude de la gestion du processus de compostage présente sur la plateforme de compostage permettra de mettre en évidence les freins rencontrés, ainsi que les avantages et les limites du système.

Bien que les enjeux de l'UERI ne soient pas complètement comparables aux exploitations arboricoles, des correspondances peuvent être réalisées au niveau du mécanisme de fonctionnement, des questionnements, et des logiques d'action en comparaison aux arboriculteurs-producteurs de compost.

C'est pourquoi une partie des résultats de ce cas d'étude apparaîtront dans la même partie que les résultats des entretiens semi-directifs des producteurs de compost. L'exception étant qu'une section spécifique sera développée afin de formuler des pistes d'amélioration et des préconisations.

D. Présentation et analyse des résultats

D.1 Résultats de l'enquête en ligne

D.1.1 Description de la population observée

220 réponses dont 98 complètes et 122 partielles (questionnaire ouvert et/ou entamé mais non abouti) ont été comptabilisées. Parmi les réponses partielles, 6 sont exploitables (seul le champ des coordonnées n'a pas été rempli). Et parmi les 98 réponses complètes, 1 réponse a été écartée car il s'agissait d'un exploitant spécialisé en petits fruits, type de production trop spécifique (mode de conduite trop divergent par rapport aux fruits à pépins, à noyaux ou à coque). Finalement, ce sont 103 réponses exploitables.

Les exploitants agricoles ayant répondu au questionnaire en ligne sont principalement concentrés dans la moitié Sud de la France et plus précisément dans bassin Rhône-Méditerranée et le Sud-Ouest (Figure 6) qui sont les deux premiers bassins de production fruitière représentant respectivement la moitié et le quart des vergers français (Ambiaud et al. 2020). Peu d'exploitations sont représentées dans les régions des Pays-de-la-Loire et du Centre-Val-de-Loire respectant les proportions nationales (troisième bassin de production français réunissant près de 7% des vergers français (Ambiaud et al. 2020)).



Figure 6 : Localisation géographique des arboriculteurs ayant répondu à l'enquête en ligne

La taille des exploitations des arboriculteurs est plutôt variable avec une prépondérance pour les surfaces comprises entre 10 et 20 ha (Figure 7). En moyenne, la surface des exploitations de l'échantillon est de 44,6 ha avec comme valeurs extrêmes 200 et 1,5 ha.

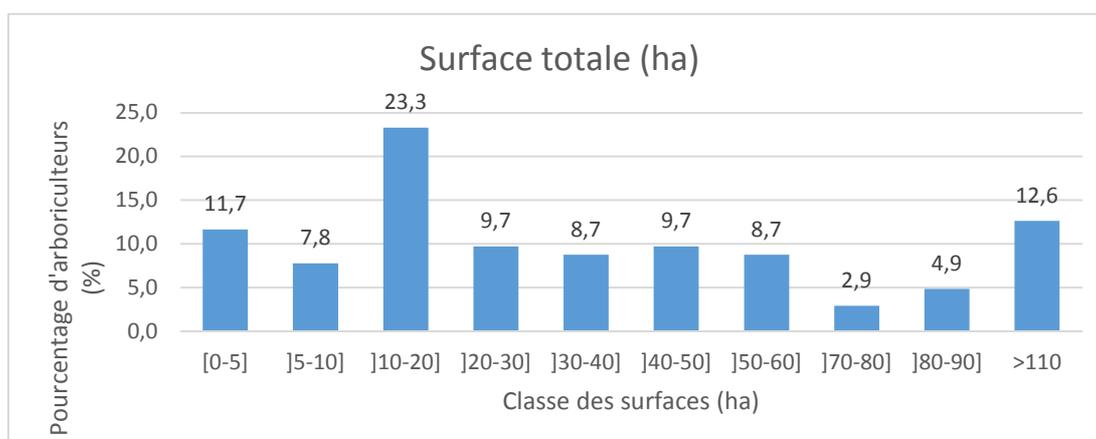


Figure 7 : Répartition de l'échantillon en fonction de la surface totale de l'exploitation

65,1 % des exploitants possèdent une surface de verger inférieure à 20 ha (Figure 8) alors que ce chiffre s'élève à 91% à l'échelle nationale (Ambiaud et al. 2020). Les vergers représentés sont donc plus grands que la moyenne des vergers à l'échelle nationale. Le rapport moyen entre la surface en verger et la surface totale de l'exploitation de l'échantillon est de 56,5% contre une moyenne nationale de 19%. Notre échantillon comprend donc plutôt des exploitants spécialisés en arboriculture.

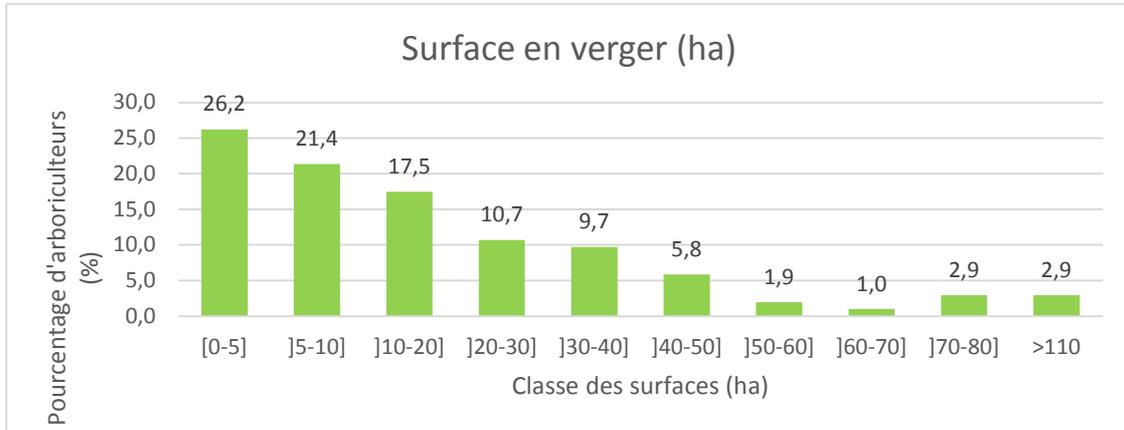


Figure 8 : Répartition de l'échantillon en fonction de la surface en verger

De plus, l'échantillon compte 37 exploitations en agriculture biologique (AB) et 21 partiellement, représentant à eux deux 56% des répondants. En France, l'ensemble des exploitations fruitières certifiées AB s'élève à 16,6% en 2015 (Agence BIO 2020) Il y a donc une surreprésentation des exploitations certifiées en AB qui peut s'expliquer par le fait que le compost appartient aux fertilisants d'origine naturelle (en l'occurrence organique), seule catégorie que les exploitations certifiées en AB peuvent utiliser (par opposition aux fertilisants de synthèse).

Lorsque la représentativité des espèces fruitières est considérée comme trop faible, la solution a été de les regrouper par type de fruits (fruits à noyaux pour le pêcher et l'abricotier ; fruits à pépins pour le pommier et le poirier) excepté quand les modes de conduite sont très différents (comme pour le prunier d'ente) ou trop spécifiques (ex : olivier). Dans le cas des espèces fruitières très peu représentées ($n < 3$) et ne pouvant être regroupées par type de fruits pour les raisons citées, elles sont regroupées dans la catégories « Autres ».

Les espèces fruitières citées comme étant les plus représentées (en termes de surface) dans les vergers sont : le noyer, les fruits à pépins, les fruits à noyaux, l'olivier, et le prunier. Les fruits à noyaux sont représentés à 70% par le pêcher et à 30% par l'abricotier et les fruits à pépins à 96% par le pommier et 4% par le poirier (Figure 9). En moyenne, les arboriculteurs cultivent deux espèces fruitières ($\sigma=2,0$).

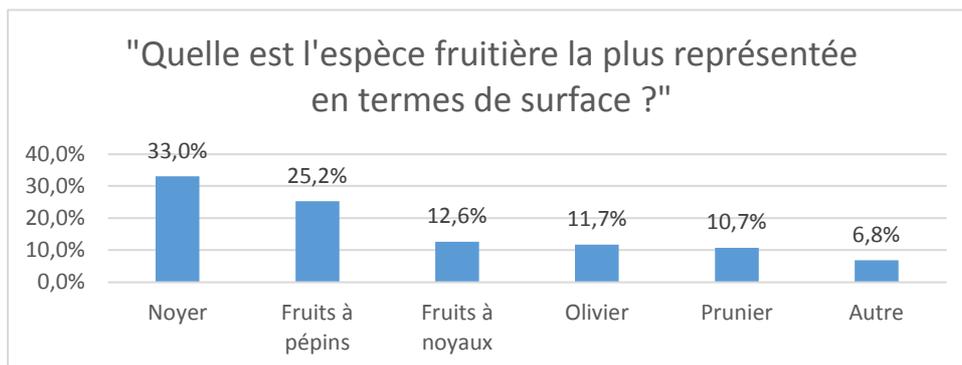


Figure 9 : Proportion des espèces fruitières majoritaires chez les exploitants de l'échantillon

L'échantillon est représenté par tous les bassins de production dans des proportions similaires à celles de l'échelle nationale. Les proportions d'espèces fruitières représentées par les pruniers, l'olivier, et les fruits à noyaux sont aussi comparables à l'échelle nationale. Le nombre d'exploitation certifiée AB est revanche surreprésenté, au même titre que les noyers.

D.1.2 L'apport de matières organiques

D.1.2.1 Apport de matières organiques avant plantation

53,4% (n=55) des arboriculteurs apportent de la matière organique avant plantation. Le questionnaire ne nous permet pas de savoir quel type d'apport est effectué (si apport il y a) pour les 46,6% restants. Lorsque l'on s'intéresse au type de matière organique employée en pré-plantation, le compost est utilisé dans la majorité des cas (52,7%) suivi du fumier (41,8%) (Figure 10). Ces deux types de matière organique sont les plus couramment utilisés en arboriculture en fumure de fond pour les effets moyen long terme qu'ils fournissent au sol et plus particulièrement pour le compost.

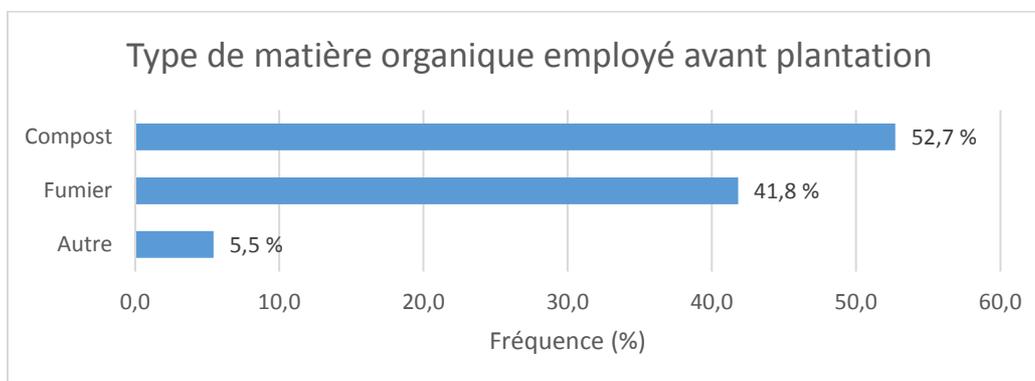


Figure 10 : Part de principaux types de MO employés avant plantation
Autres (n=3) : bouchons organique (1) ; Mélange de guano/farine animale (1), non-précisé (1)

D.1.2.2 Apport de matières organiques durant les années de production

87% des arboriculteurs enquêtés déclarent faire des apports de matières organiques dans leurs vergers durant les années de production.

Bien que les analyses statistiques ne révèlent aucun lien statistique significatif (valeur de $p = 0,211$) entre l'utilisation de MO durant les années de production et la certification AB, une utilisation croissante en fonction de la certification est observable (AB = 91,9% > en partie AB = 85,7% > non AB = 77,8%). Ces résultats montrent de manière générale un intérêt fort pour l'apport de matière organique dans les vergers, et ce, même si les exploitations ne sont pas certifiées AB. Cependant, pour

les producteurs conventionnels n'apportant pas de matières organiques, la fertilisation (NPK) peut toujours être effectuée via des engrais de synthèse (ammonitrate, nitrate de potassium, ...). En ce qui concerne les vergers certifiés AB, cela laisse supposer que soit aucun apport de fertilisant n'est réalisé (pratique peu courante), soit qu'ils ont recours à des couverts végétaux (légumineuses), soit que le terme « matière organique » a mal été compris (ne comprenant que les matières organiques brutes par exemple et pas les PO du commerce).

Sur les 87 arboriculteurs utilisant de la matière organique durant les années de production, les deux principaux types cités sont les composts et les fumiers (Figure 11). Ainsi, 36% des utilisateurs de matière organique durant les années de production apportent du compost dans leurs vergers. Parmi les marques des produits commerciaux citées, 50% d'entre elles sont identifiées comme des amendements organiques et 20% comme des engrais (les 30% restant ne sont pas suffisamment explicites quant au type de produit).

A noter que plusieurs types de matières organiques peuvent être employés pour un même exploitant dans son verger. En moyenne, les arboriculteurs utilisent deux types de produit organiques différents. Ceux dont l'objectif premier est la nutrition des arbres auront tendance à utiliser des farines animales, du guano, ou encore du tourteau alors que ceux dont l'objectif 1^{er} concerne l'amélioration de la qualité des sols auront tendance à employer du compost et du BRF. Pour l'objectif « autre » (généralement objectif double), ils utilisent plutôt du fumier (Figure 12). Par ailleurs il existe un lien significatif entre l'objectif recherché, en l'occurrence l'amélioration de la qualité des sols, et l'utilisation de compost (valeur de $p = 0,013$). Ces résultats ne sont pas surprenants : le type de MO employé est en cohérence avec l'objectif de fertilisation recherché. En effet, les MO à minéralisation rapide sont, en général, utilisées pour leurs effets nutritifs associés aux engrais (tourteau, guano, farines animales) alors que les matières organiques à minéralisation lente (BRF, compost) sont employées pour leur effet amendement. Le fumier se trouve à l'interface entre l'engrais (par la présence de la fraction d'origine animale) et l'amendement (par la présence des pailles). Sur l'ensemble des MO employées citées par les arboriculteurs, 55% correspondent à des amendements, 32% à des engrais, et 13% ne sont pas identifiables (produits du commerce pas non- explicites).

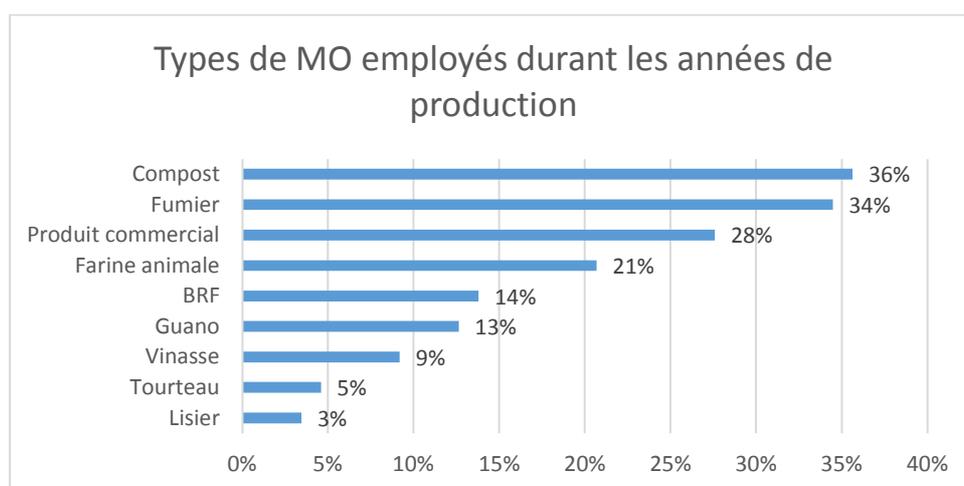


Figure 11 : Part des MO utilisées pendant les années de production. En moyenne, les arboriculteurs de l'échantillon emploient deux types de MO différents.

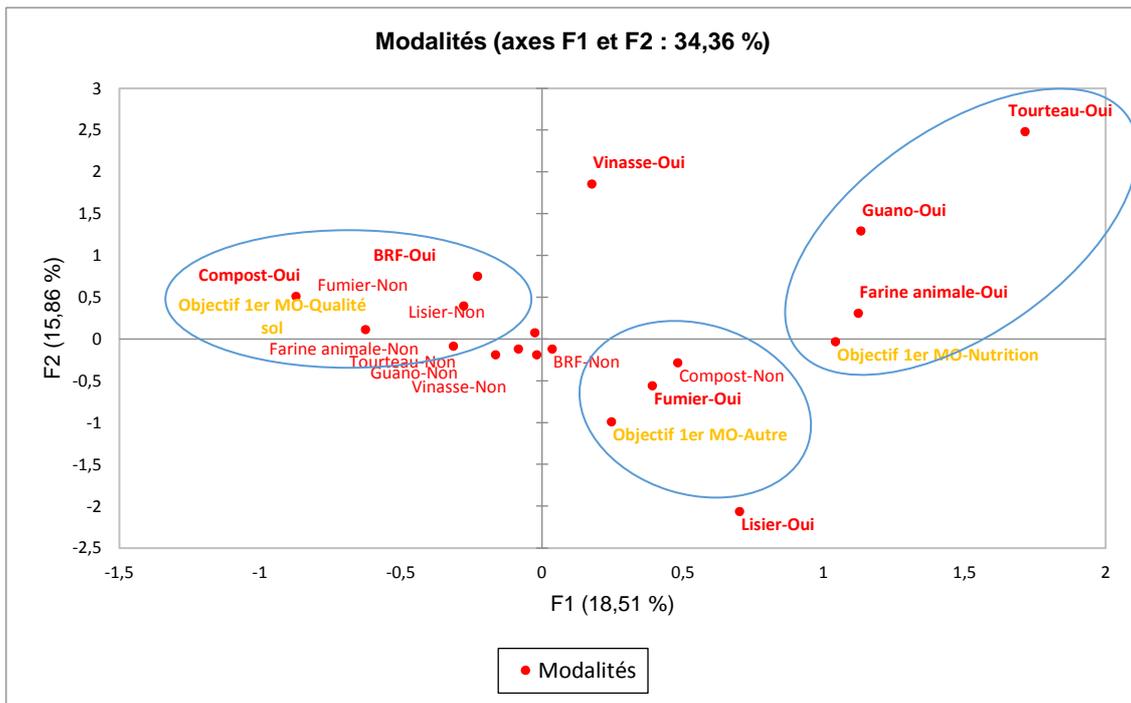


Figure 12 : Plan factoriel du type de MO employé durant les années de production et de l'objectif 1er recherché (ACM)

D.1.3 Les typologies

Les résultats par profil d'enquête sont maintenant détaillés en fonction de la typologie définie, à savoir les Prod (producteurs de compost), le Ut (utilisateurs de compost) et les NiNi (ni producteurs ni utilisateurs).

La Figure 13 renseigne sur les proportions de chaque typologie établie. Parmi les enquêtés, le profil le plus représenté (65%) sont des NiNi, suivi par les Ut avec 21% et les Prod – qu'ils soient utilisateurs ou pas – avec 14%, comptabilisant respectivement 67, 22, et 14 exploitants.

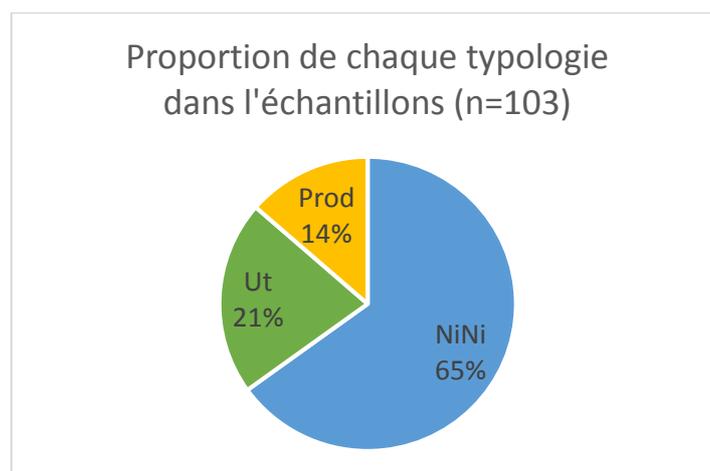


Figure 13 : Proportion de chaque typologie parmi les enquêtés
« Prod » = Producteur de compost ; « Ut » = utilisateur de compost ; « NiNi » = non-producteur et non-utilisateur de compost

D.1.3.1 Description et comparaisons des typologies

➤ Localisation géographique

Rien ne caractérise les producteurs de compost (profil Prod) par rapport à la localisation géographique (valeur de $p = 0,493$) : ils sont présents dans des départements et des régions différentes, tout comme les autres profils (Ut et NiNi).

➤ Certification AB

Les Prod certifiés AB sur au moins une partie de leur exploitation, représentent près de 80%. Il s'agit de la typologie comportant la plus grande proportion d'exploitations certifiées. Ce résultat n'est pas étonnant : ces exploitants doivent subvenir à leur besoin de fertilisation et la production de compost peut être une réponse adaptée à une vision long terme (augmentation du taux d'humus). Cependant, l'AB étant relativement présente parmi les autres typologies (NiNi et Ut), aucun lien statistique n'est mis en évidence entre les différents profils et la certification AB (valeur de $p = 0,225$).

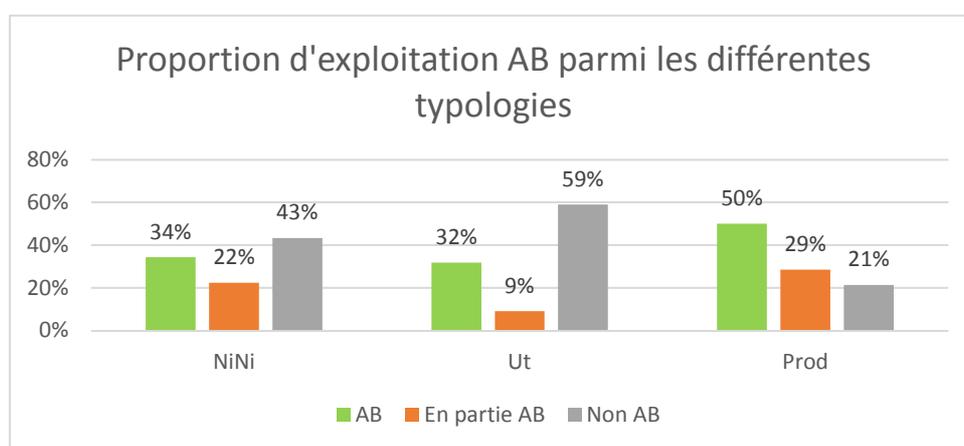


Figure 14 : Part des exploitations certifiées "AB" parmi chaque typologie

➤ Espèce principalement représentée

En considérant seulement l'espèce principalement cultivée dans chaque exploitation, plus d'un tiers des Prod sont représentés par la culture d'olivier (36%) suivi du noyer (21%).

Quant aux Ut, ils sont principalement représentés par le noyers (41%). A l'inverse, l'olivier et le prunier sont très peu présents parmi ce sous-échantillon (Figure 15).

Concernant les NiNi, les deux principales espèces fruitières les représentant sont le noyer et les fruits à pépins, mais on constate que cette typologie est présente de façon majoritaire quelle que soit l'espèce fruitière (entre 50% à 73% pour chaque espèce).

Aucun lien significatif n'a pu être mis en évidence entre les différents profils et l'espèce fruitière principalement cultivée.

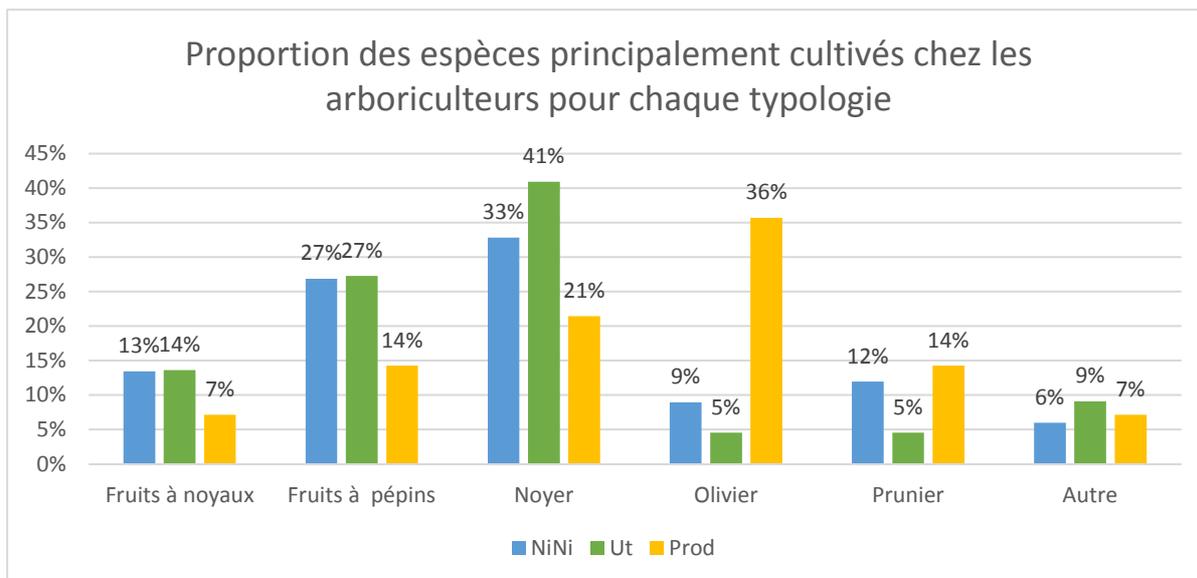


Figure 15 : Part des espèces les plus représentées parmi les typologies

➤ Pluriactivité agricole

L'hypothèse selon laquelle le sous-échantillon Prod aurait une part plus importante d'arboriculteurs possédant au moins une autre activité agricole (justifiant une diversité et une quantité de déchets organiques plus importante à gérer via le compostage) n'est pas vérifiée statistiquement mais est observable (Figure 16). Cette variable ne semble pas être une caractéristique des Prod ; 64% des NiNi possède aussi au moins une autre activité agricole. Que les déchets organiques soient d'origine animale ou végétale, cela ne semble pas avoir de lien non plus avec la production de compost (valeur de $p = 0,318$). Pour chaque typologie, la moitié des arboriculteurs possédant une autre activité agricole déclare ne pas avoir de déchets organiques générés par celle-ci (Tableau 1).

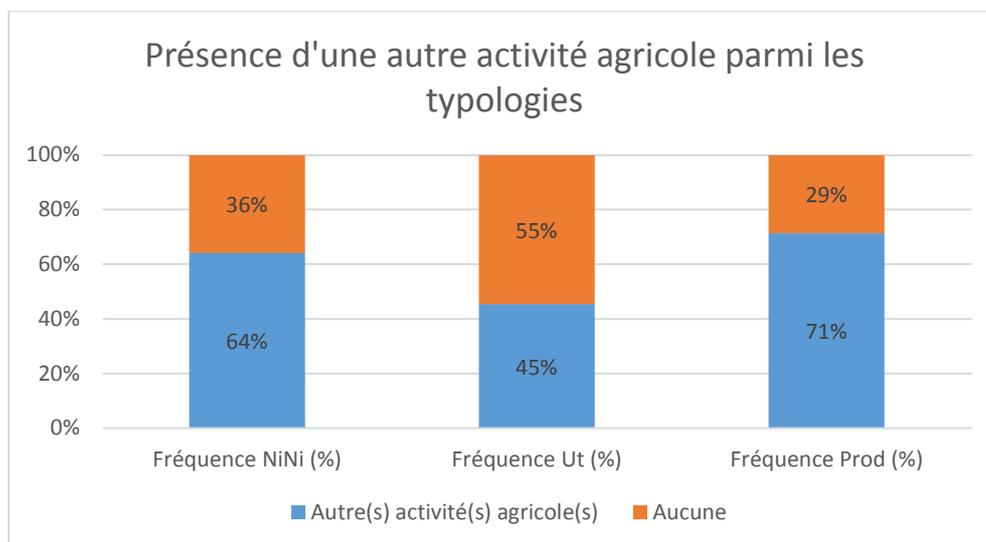


Figure 16 : Présence d'une (d') autre(s) activité(s) agricole(s) parmi les typologies

Tableau 1 : Répartition des types de déchets organiques générés par les autres activités arboricoles pour chaque typologie

Origine DO \ Typologie	NiNi	Prod	Ut	Total
Aucun DO	48,84%	50,00%	50,00%	49,21%
Animale	25,58%	30,00%	0,00%	22,22%
Végétale	25,58%	20,00%	50,00%	28,57%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

➤ Objectif premier de fertilisation organique

Pour les utilisateurs de compost (Profil Ut), ils apportent du compost principalement pour améliorer la qualité de leur sol, en lien avec l'apport de matière organique (valeur de $p = 0,022$). D'après le questionnaire, si les NiNi utilisaient du compost, la moitié d'entre-eux le feraient pour l'effet nutritif (Figure 17).

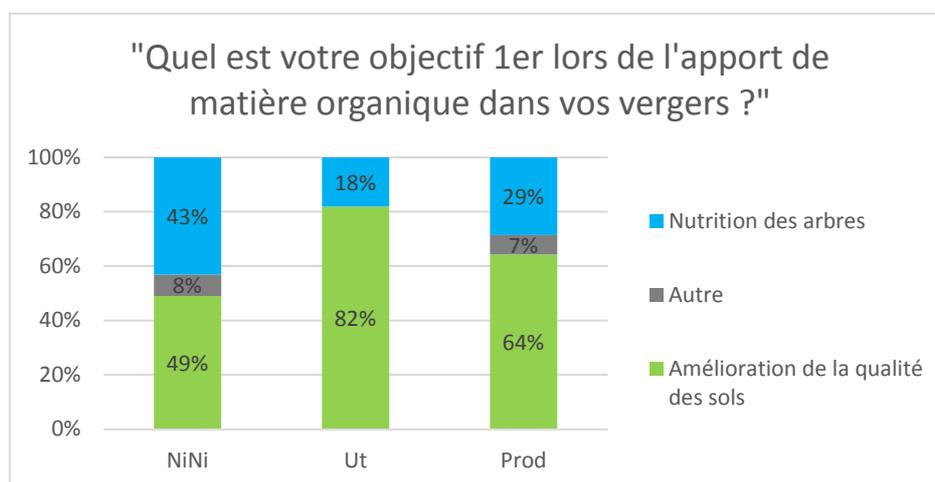


Figure 17 : Objectif recherché pour les arboriculteurs apportant de la MO pendant les années de production (NiNi : n=51 / Ut : n=22 / Prod : n=14)

Finalement, cette enquête ne révèle aucune corrélation entre les profils des arboriculteurs (Prod, Ut, NiNi) et les variables explicatives : localisation géographique, certification AB, espèce principale cultivée, présence de fruits non-commercialisés, présence d'une autre activité agricole, ...)

D.1.3.2 Profil Prod : Les types de compostage

L'ensemble des producteurs de compost (n=14) déclarent produire du compost sur leur exploitation sauf pour un où le compostage a lieu en dehors de son exploitation (production collective). Le compostage individuel reste majoritaire (72%). 4 arboriculteurs déclarent produire du compost sans pour autant l'utiliser dans les vergers durant les années de production. Une analyse des réponses du questionnaire en ligne permet de déduire la valorisation du compost produit : soit il est uniquement employé à la plantation, soit l'apport est destiné à un usage autre qu'arboricole. La moitié d'entre eux utilise les déchets verts (DV) de leur activité arboricole en tant que matière première pour le compostage.

Lorsque l'on s'intéresse au type de compostage et surtout au mode de gestion de celui-ci, on constate que près de la moitié (43%) n'effectue aucune gestion du tas de MO (Tableau 2). Cette pratique ne peut donc pas s'apparenter à de la production de compost.

Tableau 2 : Proportion d'arboriculteurs composteurs en fonction du type de compostage

Type de compostage	Effectif	(%)
Andain avec gestion	4	28,6
Andain sans gestion	2	14,3
Tas avec gestion	4	28,6
Tas sans gestion	4	28,6
Total	14	100 %

La dénomination de compost suppose une certaine gestion du processus de compostage principalement représenté par le retournement. Le nombre d'arboriculteurs produisant du compost à proprement dit se réduit donc en réalité à 8, soit 7,8% de l'échantillon global.

Pour des questions de facilité de compréhension, les arboriculteurs gérant de la matière organique non-assimilable à du compost sont par la suite qualifiés de « faux producteurs ».

L'analyse de ces six arboriculteurs, gérant de la matière organique non-assimilable à du compost, paraît importante afin de cibler les obstacles qu'ils rencontrent et donc d'identifier les leviers d'action permettant le passage à une production de compost. Pour les analyses statistiques, le choix (discutable) de les considérer parmi les producteurs de compost (« Prod ») a été effectué pour deux raisons :

- Leur pratique se rapproche davantage à celle du profil Prod
- Minimiser la sous-représentativité du profil Prod

D.1.4 Intérêts et freins identifiés

➤ Avantages et intérêts

82% de l'échantillon global se dit « plutôt intéressé » à « très intéressé » quant à l'utilisation de compost. Bien que les NiNi ne produisent et n'utilisent pas de compost, 19% se disent tout de même « très intéressés » et 57% plutôt « intéressés » par son utilisation (Figure 18), et 75 % perçoivent au moins un avantage (Figure 21).

L'ensemble des Prod trouve au moins un avantage à produire du compost, ce qui justifie leur pratique et qui est l'avantage agronomique (Figure 21).

L'avantage agronomique que pourvoit ce produit organique est quasi-unanime pour les Prod (Figure 21).

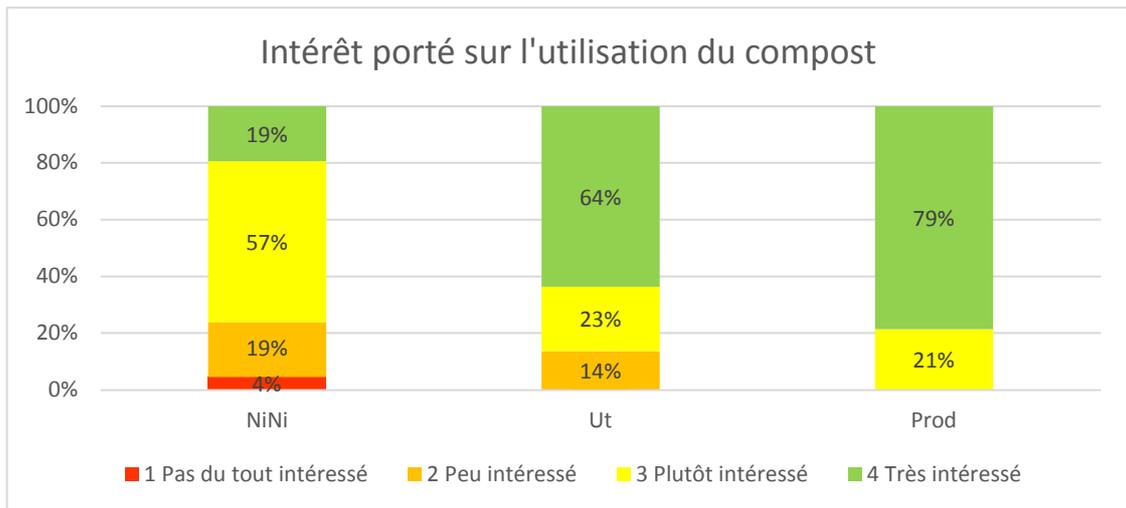


Figure 18 : Comparaison des typologies concernant l'Intérêt porté sur l'utilisation de compost

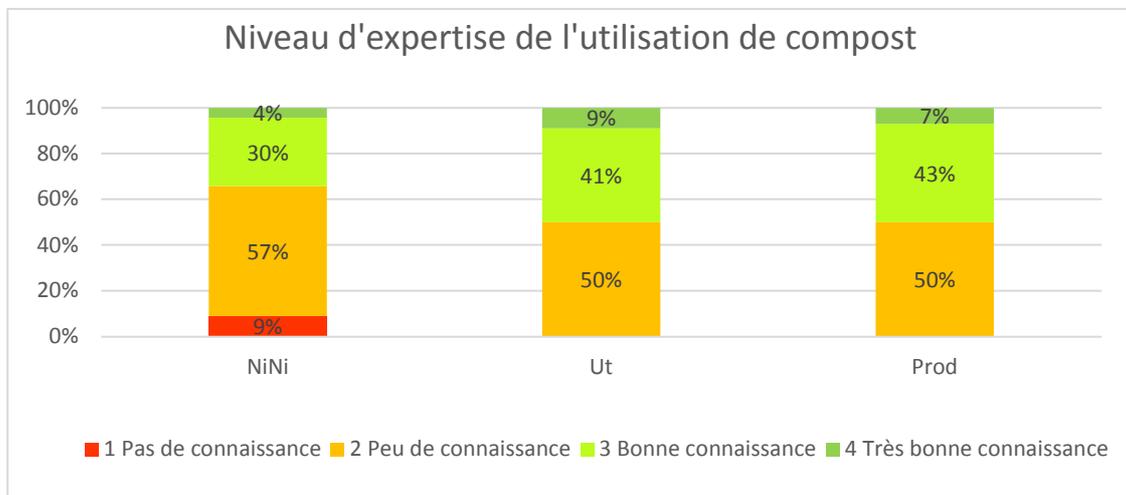


Figure 19 : Comparaison des typologies concernant le niveau d'expertise de l'utilisation de compost

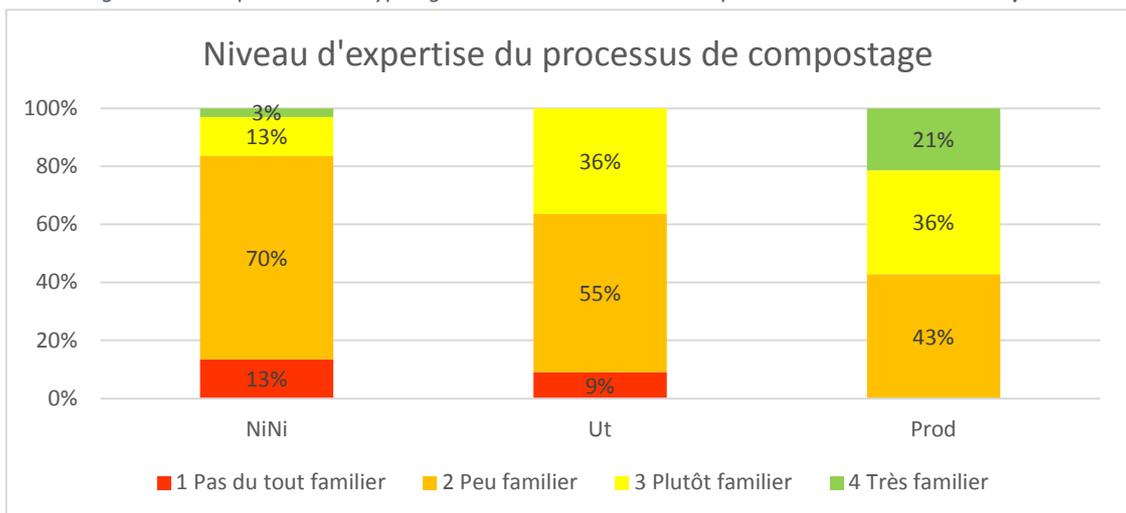


Figure 20 : Comparaison des typologies concernant le niveau d'expertise du processus de compostage

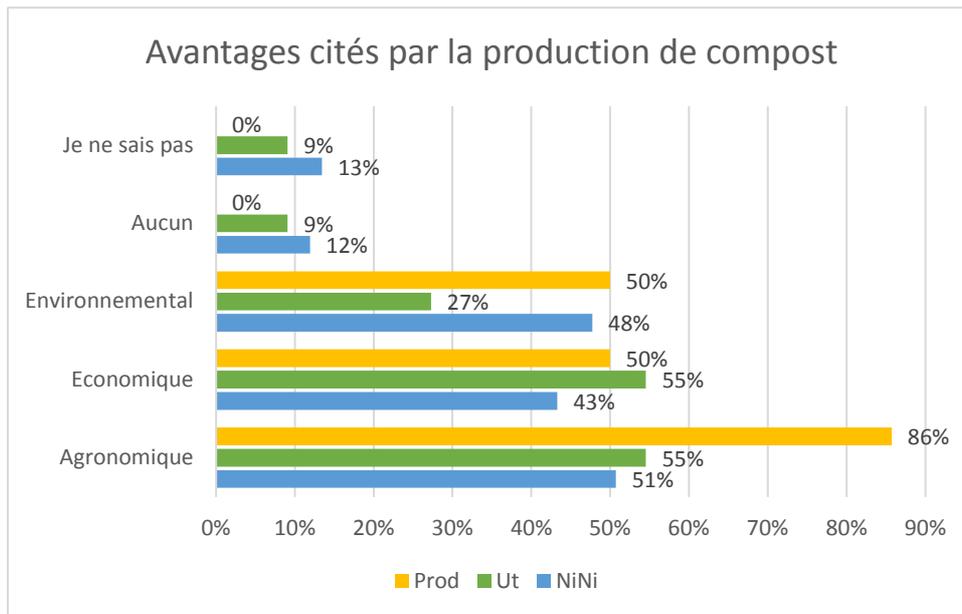


Figure 21 : Comparaison des avantages cités par la production de compost en fonction des typologies

➤ Freins identifiés

Les 16 exploitants « peu intéressés » par l'utilisation de compost (15,5% de l'échantillon global) sont surtout les NiNi (Figure 18 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

66% des NiNi disent avoir « peu » à « pas de connaissance » concernant l'utilisation de compost, contre 50% parmi les autres typologies (Ut et Prod) (Figure 19). Cette tendance est encore plus forte en ce qui concerne le processus de compostage. 83% des NiNi se disent « peu » à « pas du tout familier ». Même concernant les producteurs de compost, 43% déclarent avoir peu de connaissance quant au processus de compostage (Figure 20). Finalement, la méconnaissance du processus de compostage englobe une grande majorité des enquêtés, et ce, pour toutes les typologies.

Les NiNi et Ut semblent moins convaincus que les Prod concernant l'avantage agronomique apporté par le compost (cité une fois sur deux) (Figure 21). L'avantage financier cité dans la littérature n'est pas/peu cité par les Prod et les NiNi. Il paraît important de préciser que la part du budget alloué aux fertilisants est moindre en arboriculture en comparaison aux cultures annuelles, et que le compost ne remplace pas les engrais organiques d'entretien (d'un point de vue court terme).

Les freins liés au compostage cités sont répartis de la même manière quelle que soit la typologie. Que ce soit pour l'utilisation ou la production de compost, le manque de matériel adapté constitue un frein majeur à leur développement (Figure 22).

D'autres freins ont été soulevés concernant la non-utilisation de compost, à savoir la variabilité du produit fini, la méconnaissance de l'effet de l'apport de compost, et l'aspect économique (Figure 23).

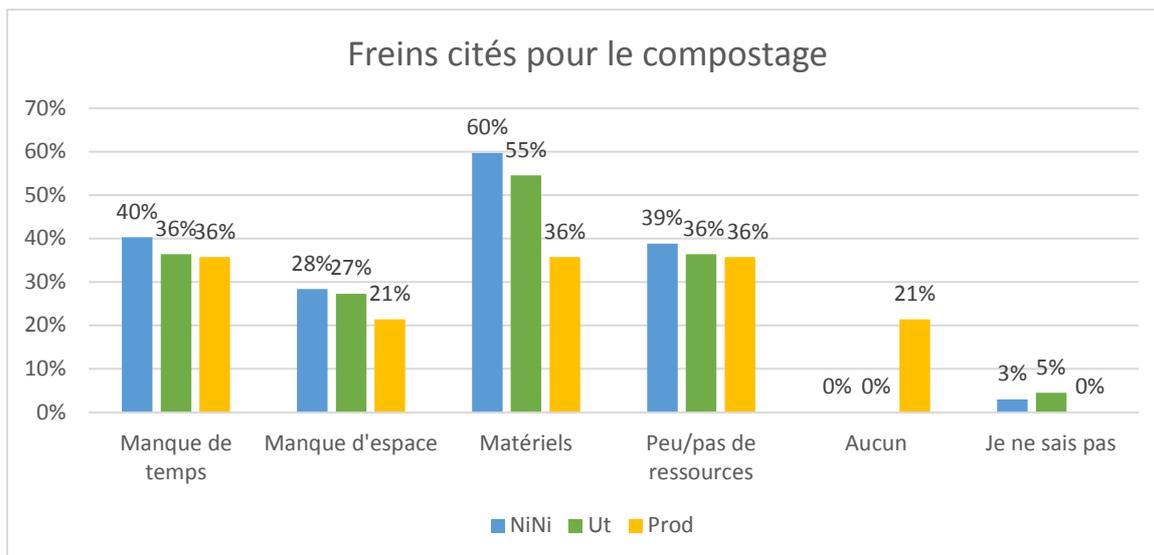


Figure 22 : Comparaison des freins cités pour le compostage en fonction des typologies

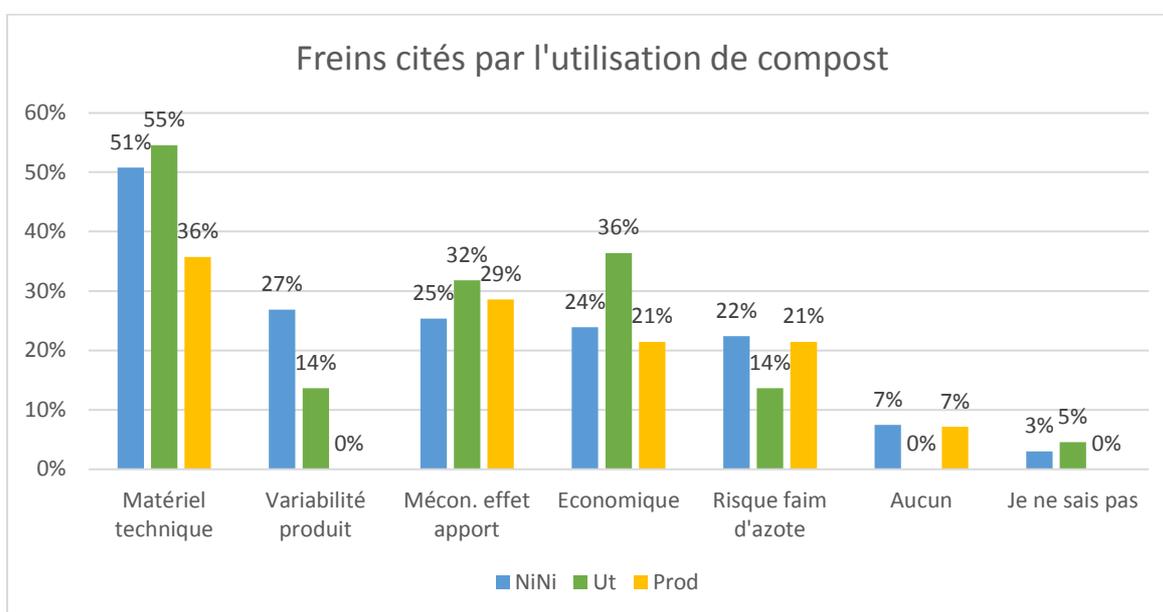


Figure 23 : Comparaison des freins cités pour l'utilisation de compost en fonction des typologies

➤ **Focus sur les freins identifiés des « faux producteurs » pour le passage à un compostage à proprement dit**

Les « faux-producteurs » (cf. partie D.1.3.2) portent un intérêt fort pour l'utilisation de compost : 83% d'entre eux (5/6) se disent « très intéressés » par l'utilisation de compost. On peut donc supposer qu'ils sont potentiellement plus enclins à améliorer leur pratique de gestion en vue d'utiliser un compost de qualité avec tous les avantages qui lui sont associés (pollutions gazeuses limités, assainissement chimique et biologique, ...) étant donné qu'une partie de la démarche est enclenchée. En effet, le fait qu'ils gèrent d'ores et déjà une quantité de matières organiques suppose que l'espace ne constitue pas un facteur limitant. D'ailleurs ce facteur n'est jamais cité comme tel. (Figure 24). Il en va de même pour la disponibilité des ressources, mais qui peut présenter un obstacle au développement de la pratique en termes de quantité.

Concernant les limites du compostage cités par les « faux-producteurs », le manque de temps est celui qui ressort de manière récurrente (4/6) suivi du manque de matériel adapté à disposition des arboriculteurs (Figure 24). Ces freins sont donc probablement à l'origine de la non-gestion des tas de matières organiques. L'histogramme permet aussi de mettre en évidence que les « vrais producteurs » semblent avoir contourné une partie de ces freins. En effet, 38% d'entre eux ne rencontre aucun frein quant à la production de compostage.

Les freins rencontrés entre les « vrais producteurs » et les « faux-producteurs » sont finalement d'ordres différents en fonction de leur stade de développement : une fois le temps dégagé et le matériel technique acquis, s'ensuit des problématiques liées à l'aspect quantitatif en termes de ressource et d'espace (Figure 24).

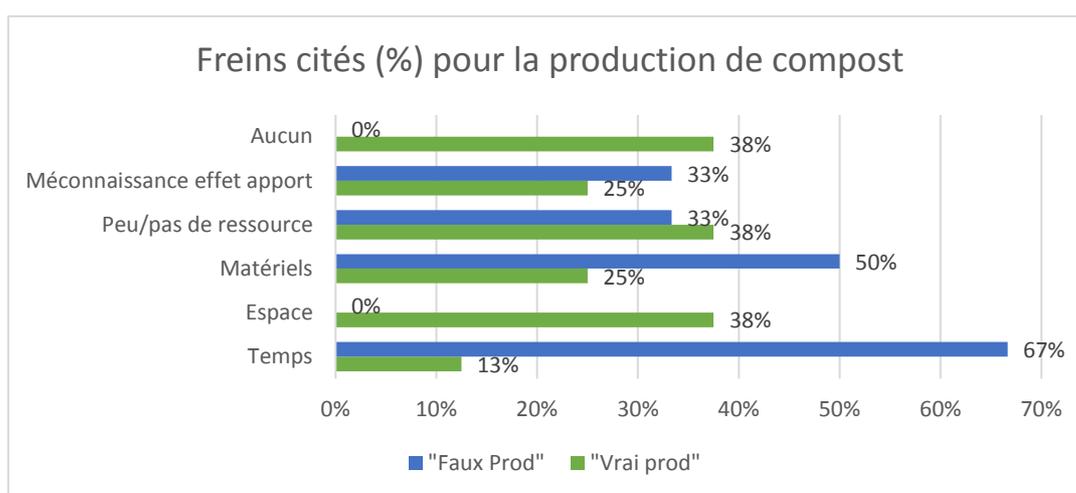


Figure 24 : Freins cités pour la production de compost parmi les « faux producteurs » et les « vrais producteurs » de compost

D.1.5 Les gisements de déchets organiques générés chez les arboriculteurs

➤ Les fruits non-commercialisés (FNC)

17,5% des répondants déclare avoir une quantité relativement importante de fruits non-commercialisés (Tableau 4). Aucun lien significatif n'a pu être mis en évidence entre la présence de fruits non-commercialisés et la production de compost (valeur de $p = 0,279$). La part d'arboriculteurs ayant des fruits non-commercialisés au sein de chaque typologie est plus importante pour les Ut avec 27,3% contre 16,5% pour les NiNi, et 7,1% pour les Prod. Ces fruits non-commercialisés, présents dans 17,5% des exploitations de l'échantillon, constituent une source potentielle de matière organique pouvant être compostés s'ils ne sont pas valorisés (transformation fruitière, alimentation animale, ...). La faible part de fruits non-commercialisés chez les Prod laisse supposer que soit ils ne sont pas sortis de la parcelle, soit ce type de déchet organique n'est que rarement présent dans les exploitations, et donc peu ou pas employé pour le processus de compostage.

Tableau 4 : Proportion d'arboriculteurs possédant une quantité relativement importante de fruits non-commercialisés

Typologie \ Qté fruits NC	Non	Oui	Total
NiNi	83,58%	16,42%	100,00%
Prod	92,86%	7,14%	100,00%
Ut	72,73%	27,27%	100,00%
Total	82,52%	17,48%	100,00%

Le test exact de Fischer ne met pas en évidence de lien significatif entre la quantité de fruits non-commercialisés et l'espèce principale cultivée (valeur de $p = 0,791$) ou la taille des vergers (valeur de $p = 0,279$). On ne peut donc pas conclure sur le lien entre l'espèce fruitière et la quantité de fruits non-commercialisés.

➤ **Les déchets organiques (DO) générés par la présence d'une (des) autre(s) activité(s) agricole(s) (pluriactivité)**

61% des répondants possèdent au moins une autre activité agricole. Parmi eux, seulement la moitié déclare avoir des déchets organiques générés par celles-ci. Finalement, 31 % de l'échantillon global possède des déchets organiques générés par au moins une autre activité agricole dont 44% sont d'origine animale (fumier) et 56% d'origine végétale. (Figure 25)

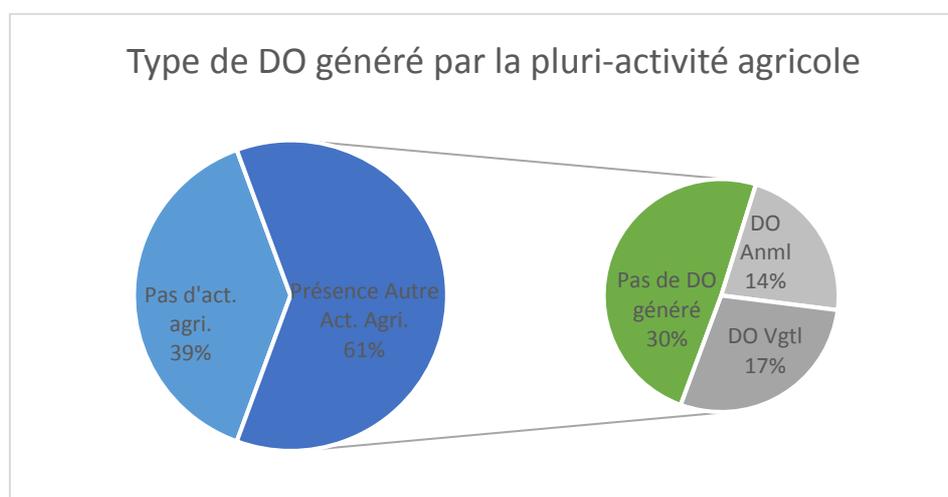


Figure 25 : Type et proportion des déchets organiques générés par la présence d'au moins une autre activité arboricole

Si les DO générés ne sont pas valorisés, ils peuvent également être une source de MO compostable (fumier, pailles, résidus de culture, ...).

Parmi ces détenteurs de DO, 15% d'entre eux ($n=5$) sont des Prod (Tableau 3), soit près de deux tiers parmi cette typologie. Le questionnaire ne permet pas conclure quant au devenir de ces déchets organiques.

Tableau 3 : Répartition des types de déchets organiques générés par la pluriactivité des différents profils

Origine DO \ Typologie	NiNi	Prod	Ut	Total
Aucun	67,74%	16,13%	16,13%	100,00%
Animale	78,57%	21,43%	0,00%	100,00%
Végétale	61,11%	11,11%	27,78%	100,00%
Total	68,25%	15,87%	15,87%	100,00%

D.1.6 Limites de l'enquête en ligne

Différents paramètres ont influencé le nombre de réponses collectées. Le période de diffusion de l'enquête n'était pas la plus propice : de nombreux intermédiaires dans la transmission du lien pour l'enquête étaient en période de congés et il s'agissait de la période de récolte pour certains arboriculteurs. Plus le nombre d'intermédiaires est important, plus les chances d'atteindre la population cible est restreinte. Transférer le questionnaire en ligne par des coopératives agricoles s'est révélé être efficace.

D'autres limites ont été soulevées par l'enquête. Les arboriculteurs cultivent généralement plus d'une espèce fruitière : le choix de ne considérer que l'espèce fruitière majoritairement présente sur l'exploitation peut être à l'origine d'absence de corrélation.

Le facteur humain a également influencé la qualité des réponses induisant des erreurs de remplissage et des biais de compréhension. Les réponses ont permis de mettre en évidence certains points faibles du questionnaire :

- Le manque de choix de réponse pour certaines questions, d'où l'importance de tester en amont le questionnaire auprès d'un panel représentatif de la population cible
- La pertinence du choix du type de réponse choisi peut être discutable pour certaines questions
- Le manque de précisions quant à certains termes

Des précisions supplémentaires auraient pu apparaître dans le questionnaire afin d'apporter des éléments intéressants, à savoir :

- La surface associée à chaque espèce fruitière (contrainte importante au niveau de la construction du questionnaire en ligne)
- L'origine des composts apportés dans les vergers et la quantité moyenne apportée
- Le devenir des fruits non-commercialisés (valorisation ou élimination)

Les entretiens semi-directifs trouvent leur intérêt dans la précision des réponses et vont permettre de compléter les réponses obtenues par l'enquête en ligne.

D.2 Résultat des entretiens semi-directifs

Pour rappel, les résultats du cas d'étude de la plateforme de compostage de l'UERI de Gotheron apparaissent, parmi ceux des entretiens semi-directifs conduits avec les arboriculteurs.

D.2.1 Quelles pratiques de compostage chez les arboriculteurs ? (Profil Prod)

A la suite des entretiens, des similarités apparaissent entre les différents arboriculteurs producteurs de compost. Mais surtout, ces échanges ont exposé des différences spécifiques en fonction du contexte propre à chacun. Les caractéristiques des exploitations des producteurs de compost sont résumées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques des exploitations des arboriculteurs pratiquants le compostage

Exploitant	P59	P87	P86
Typologie	Prod	Prod	Prod
Région (département)	Occitanie (Aude)	AuRA (Ardèche)	PACA (Vaucluse)
Surface totale	82 ha	15 ha	8 ha
Surface en verger	24 ha	6,5 ha	8 ha
AB	Non	Oui	Oui
Espèce(s) cultivée(s) Espèce principale (Espèce antérieure)	Amandier (2 ha) Olivier (20h ha) (Grenadier) (2 ha)	Abricotier (5 ha) Cerisier (0,3 ha) Pêcher (0,5 ha) Pommier (2 ha)	Olivier (8ha)
Année début activité agricole	2001	1998	1996
Autre activité agricole	Prairie de fauche	Aviculture Viticulture	/
DO généré par l(es) activité(s) agricole(s)	/	Fumier de fiente de volailles	/
Année début compostage	2012	2010	2019

L'activité de compostage à la ferme est relativement récente pour l'ensemble des arboriculteurs (Tableau 4). Concernant l'UERI de Gotheron, cette pratique est bien plus ancienne et date de 1995, soit il y a 25 ans.

D.2.1.1 Quelles caractéristiques des matières premières employées ?

En fonction des exploitants, les types de produits organiques (PO) employés pour le compostage sont très divers – soit d'origine animale, soit d'origine végétale – au même titre que leur provenance (Tableau 5). Tous les arboriculteurs utilisent des déchets organiques en provenance de l'extérieur de leur exploitation. P87 utilise en plus le fumier de volaille issu de son activité avicole et P86 les résidus de culture de vergers arrachés.

Tableau 5 : Caractéristiques de matières premières employées pour le compostage

	Type de MO	Origine	Proportion du (des) mélange(s)	
			Mélange n°1	Mélange n°2
P59	Fumier de cheval : 100%	Centre équestre	100%	
	Fumier de mouton : 100%	Eleveur voisin		100%
P87	Fumier de volaille : 50%	Activité animale (interne)	50%	
	Fumier de bovin	Eleveur voisin	50%	
P86	DV	Collectivité	70% à 90 %	
	Grignons d'olive		10 à 30 %	
Pgoth	DV	Vergers expérimentaux (interne)		50%
		Collectivité	50%	
	Fumier	Lycée agricole voisin	50%	50%

Fréquence d'apport : La disponibilité des produits organiques en fonction des périodes d'apports à la plateforme est jugée comme étant :

- *Très variable* (déchets verts de la collectivité pour P86) : la date d'apport est plus qu'incertaine et peut osciller entre plusieurs semaines voire plusieurs mois
- *Variable* (fumier de bovin de l'éleveur voisin) : la période d'apport varie de quelques semaines
- *Plutôt régulière* (fumier de cheval et de mouton) : période fixe dans l'année
- *Régulière* (fumier de volaille) : sortie fixe tous les trois mois

La fréquence d'apport à la plateforme est variable d'une exploitation à une autre. Ce n'est donc pas une caractéristique typique de ce groupe. On peut néanmoins constater que tous les arboriculteurs (Pgoth compris) sont dépendants des sources d'apports exogènes à l'exploitation.

La régularité de la période d'apport des matières brutes est un avantage pour la gestion du plan de fertilisation. En effet, l'épandage est effectué à une certaine période de l'année (printemps ou automne) et si la maturité souhaitée n'est pas atteinte (jeune ou mature en fonction des objectifs), l'apport de compost prévue peut être compromis.

Dans la plupart des cas, le compost n'est pas employé en tant que fertilisant nutritif (engrais) mais en tant qu'amendement. Un apport repoussé ne porte donc pas préjudice à l'objectif recherché sauf pour un arboriculteur qui souhaite un compost peu mûré possédant la propriété de stimuler l'activité microbiologique du sol (et donc de favoriser la minéralisation).

Finalement, ces variabilités sont induites par des facteurs externes à l'exploitation, non-contrôlés et peu maîtrisable par les arboriculteurs. Elles peuvent dans certain cas constituer un frein important au compostage (exemple de P86).

La plateforme de compostage de l'UERI réceptionne les DV de la commune livrés de manière hebdomadaire qui peuvent être déjà broyés ou pas. La composition des DV est très diverses : branches et branchage, tonte de gazon, fleurs, feuilles, ... Quant au fumier de bovin issu du lycée agricole, l'apport n'a lieu une fois par an (novembre/décembre).

Suffisance quantitative : Pgoth et tous les arboriculteurs expriment une volonté de production de compost supérieure afin de recouvrir les besoins de leur parcelle. Pour certains (P59, P87, Pgoth) la limite est associée à la disponibilité quantitative des matières organiques (fumier de cheval, d'ovins et de bovins).

Quant à P86, les problèmes rencontrés sont d'ordre logistique : la ressource (DV) est largement disponible quantitativement mais la livraison incertaine. Ce problème limite la quantité de production de compost et oblige l'arboriculteur à se supplémenter en compost du commerce.

Au même titre que les arboriculteurs, les matières premières employées sont issues de l'extérieur du domaine et se composent de déchets verts et de fumier de bovin.

D.2.1.2 Quelles sont les modes de gestion du compostage (de la réception des matières brutes au produit fini) ?

Tous producteurs de compost enquêtés, dont Pgoth, sont conscients de l'importance de la gestion du processus de compostage pour assurer la production d'un compost de qualité, et partagent des caractéristiques communes.

Zone compostage : Concernant la zone consacrée au compostage, elle est située en bout de champ pour P87. P59 possède une aire dédiée dont le revêtement est constitué de concassé sur une hauteur de 1 mètre (configuration d'origine de la zone). L'exploitant P86 à l'opportunité d'avoir une parcelle prêtée par un voisin, destinée exclusivement au compostage.

L'UERI de Gotheron quant à elle, possède une aire d'environ 0,8 ha spécialement dédiée à cet usage (ancien verger arraché)

Transport des MO et mise en andain : Dans la plupart des cas, les DO sont livrés aux agriculteurs. Quand ce n'est pas le cas (P59), c'est à l'agriculteur de récupérer les DO et de les acheminer jusqu'à la plateforme de compostage. Cette étape est jugée coûteuse et chronophage.

A noter que lorsqu'il s'agit de DV issus de collectivités, ils sont systématiquement livrés broyés et gratuits.

L'outillage utilisé pour la mise en andain diffère pour tous les arboriculteurs en fonction de l'accès au matériel :

- Retourneur d'andain (appartenant à une CUMA) pour P87. Le même outillage est utilisé par l'UERI mais dont elle est propriétaire.
- Epandeur à fumier pour P59
- Tractopelle pour P86

Humidité : Bien que tous les arboriculteurs effectuent une certaine gestion de leur compost, ils partagent unanimement la difficulté à maîtriser l'humidité, Pgoth compris. En effet, aucun système de d'arrosage n'est mis en place sauf pour Pgoth depuis mars 2020 (cannes d'arrosage). Le taux d'humidité est donc conditionné par la teneur en eau des matières premières employées en début de processus et par les précipitations pendant la phase de décomposition. Un déficit du taux d'humidité impacte négativement l'activité microbienne et donc le bon déroulement de la biodégradation de la MO. P86 explique avoir essayé d'humidifier la MO en cours de décomposition à l'aide d'asperseurs ; tentative qui s'est révélée non-concluante du fait du caractère hydrophobe du compost empêchant une bonne pénétration de l'eau. Ce même phénomène a été observé sur la plateforme de compostage de l'UERI vraisemblablement dû à un arrosage trop tardif.

Température : Les méthodes de suivi de la température sont disparates en fonction des arboriculteurs :

- P86 possède une douzaine de thermomètres répartis à différents endroits de l'andain qu'il examine de manière occasionnelle,
- P59 vérifie l'évolution de manière empirique (au toucher)
- Alors que P87 n'effectue aucun contrôle de la température
- Un suivi de la température des andains a été effectué régulièrement sur la plateforme de l'UERI (une fois toutes les 1 à 2 semaines)

En termes de temps travail, le suivi de la température est jugé comme négligeable pour P59 et P86. L'objectif du suivi de la température diffère entre les deux exploitants :

- S'assurer de l'hygiénisation du compost pour P86
- Evaluer le degré de maturité pour P59

Ce dernier ne semble pas sensibilisé à l'hygiénisation tout comme P87. Sans suivi régulier permettant de s'assurer du couple temps/température préconisé, celle-ci ne peut être garantie.

Les suivis de température effectués à l'UERI sont effectués depuis cette année, dans une démarche d'observation afin de s'assurer de l'hygiénisation et de positionner les différents retournements. Dans une moindre mesure, ces relevés avaient aussi pour but d'évaluer la stabilité du produit.

Aération : Tous les exploitants se préoccupent de l'aération des andains. Deux d'entre eux (P59 et P86) utilisent un godet pour chargeurs frontaux alors que le troisième (P87) utilise un retourneur d'andain, matériel spécifique au compostage, appartenant à la CUMA dont il est adhérent. Une différence concernant les fréquences de retournement est notable :

- P59 effectue 4 retournements tous les mois et demi,
- P87 réalise seulement un retournement un mois et demi après la constitution de l'andain,
- P86, quant à lui, effectue 2 à 3 retournements dont la fréquence varie en fonction de la température et du temps disponible

Depuis cette année, Pgoth porte une attention plus précise quant au retournement par le pilotage via les courbes de températures. Cette étape est déterminée en fonction de l'évolution de la température, lorsqu'elle passe en dessous de 50°C. Jusqu'en 2019, un seul retournement avait lieu, seulement avant l'épandage pour homogénéiser le compost.

Des retournements trop espacés dans le temps peuvent présenter le risque de ne pas assurer une bonne hygiénisation. En effet, la fréquence de cette étape a notamment pour but de maintenir la température pendant un certain nombre de jours en stimulant l'activité biologique afin d'atteindre le couple temps/température recommandé. Par ailleurs, plus la fréquence des retournements est importante, plus l'activité biologique est stimulée et plus la biodégradation est rapide. La stabilité du compost est donc plus rapidement atteinte.

P86, P59, et Pgoth possèdent leur propre matériel technique pour assurer les retournements ce qui leur permet une certaine indépendance et une aisance au niveau de la gestion du procédé contrairement à P87 qui est tributaire de la disponibilité du retourneur d'andain de la CUMA et dont la prestation à un coût. Toutefois, ce dernier a accès à un matériel plus adapté et plus efficace. Le retourneur d'andain permet un temps de passage plus rapide, une meilleure aération, et un mélange plus homogène. Ces deux paramètres influent positivement sur la qualité du compostage.

Maturation : Le temps de maturation varie de 4 mois (P87) à 1 an (P86 et P59) voire plus en fonction des objectifs recherchés et dont la vitesse de dégradation – et donc le degré de maturation – dépend des matières premières employées et de la gestion du processus (fréquence de retournement, humidité et C/N des matières initiales, etc.). La maturité est déterminée de manière empirique (visuel, touché, odeur, ...) avec une attention plus ou moins prononcée en fonction des arboriculteurs.

Concernant la plateforme de compostage de l'UERI, l'étape de maturation n'a pas toujours été identique. En effet, l'immobilisation de l'azote du sol suite à un apport de compost trop jeune (donc peu stable) a remis en cause la durée de maturation. Depuis cette mauvaise expérience récente, la durée de maturation est allongée.

Stockage : Aucun des arboriculteurs, ni l'UERI, ne procède à une étape de stockage, les andains de compost restent en l'état sur la plateforme de compostage jusqu'à leur utilisation. Ils considèrent que la quantité de matière organique compostée par rapport à la disponibilité de l'espace ne constitue pas un problème majeur.

Bien que cette étape ne soit pas primordiale dans l'ensemble du processus, il peut être avantageux de se préoccuper du stockage des composts à l'abri (sous une bâche, sous un hangar) afin d'éviter une humidité trop importante ou au contraire un dessèchement trop avancé qui rendrait l'épandage plus compliqué. Les pertes potentielles par lessivage de potassium seraient limitées ainsi que les contaminations de graines d'adventices apportées par le vent ou de plantes envahissantes (chiendent, liserons, ...)

D.2.1.3 Quel charge opérationnelles liées au compostage ?

Le temps de transport que nécessitent les matières brutes varient du simple au triple en fonction des exploitants (un jour permet le transport de 80t de MO pour P59 contre 200t pour P86). Cette différence s'explique par l'outillage employé et la densité du produit. Une différence considérable est notable concernant le temps estimé pour l'étape de retournement avec le même outillage (1h pour 150t contre une journée pour 50t).

Pour P87, le besoin de sortie du fumier de volaille ne rend pas le transport comme un investissement supplémentaire spécifique à l'activité compostage mais comme une nécessité. Les frais de prestation de service pour le retourneur d'andain coûtent environ 600€ pour deux passages (pour la constitution de

l'andain et pour le retournement durant le processus de biodégradation). Ces frais sont néanmoins divisés avec son voisin éleveur.

Aucun investissement matériel spécifique n'a été effectué par les arboriculteurs pour l'activité de compostage. P87 précise tout de même que son activité de volaille lui permet d'avoir du matériel technique approprié. L'activité de compostage est considérée comme une activité annexe à leur activité agricole et n'est donc pas prioritaire en ce qui concerne le temps consacré, les investissements financier et matériel.

D.2.1.4 Quels ont été les déterminants de pratiques de compostage ?

Les motivations à l'origine du compostage sont plutôt diverses parmi les trois producteurs mais un motif est ressorti pour deux d'entre eux, en plus de Pgoth : **tendre vers l'autonomie en termes d'amendement**. Bien que l'élément déclencheur pour P86 fut **la mise à disposition gratuite de matières organiques** (déchets verts) « prête à l'emploi » (déjà broyé) par la collectivité. Pour P87 il s'agissait tout d'abord de **diminuer la valeur fertilisante** de ses produits organiques d'origine avicole en les stabilisant par le processus d'humification permis par le compostage. Des facteurs secondaires ont également été cités, contribuant favorablement à l'adoption de cette pratique (espace disponible, possession de matériel technique ou accès via une CUMA, économie réalisée, ...).

Les formations proposées par différents réseaux (CIVAM, GAB, ou coopératives agricoles) ont contribué favorablement au développement de l'activité de compostage deux arboriculteurs (P87 et P86) notamment via des visites d'exploitations pratiquant le compostage à la ferme.

Finalement, même si un facteur déclencheur explicatif peut prédominer, c'est la conjonction de plusieurs facteurs qui a favorisé la mise en place du compostage chez les arboriculteurs.

Toutefois, P86 précise que l'arboriculture est peu représentée durant ces formations (contrairement à la viticulture ou au maraîchage) et P87 souligne que ces formations prennent généralement du temps. Les priorités de l'arboriculteur ne lui permettent pas d'y assister, bien qu'elles lui semblent intéressantes et enrichissantes.

D.2.1.5 L'utilisation du compost produit

Le compost est valorisé à la plantation comme en entretien. Tous les arboriculteurs et Pgoth apportent entre 12 et 15 t de compost à la plantation. Excepté P86 qui apporte une quantité plus importante comprise entre 15-20 t/ha/an durant les périodes de production (apport d'entretien), tous les autres apportent entre 5 à 10 t/ha/an.

Les conditions d'épandage du compost produit par les arboriculteurs sont similaires à celles rencontrées avec des produits du commerce, aucun problème majeur n'a été soulevé d'un point de vue technique. Les économies réalisées par rapport à l'achat de compost ne sont vraies que pour P59 et P86. L'exploitant P59 estime que le compost produit revient deux à trois fois moins cher que celui du commerce et que le temps nécessaire investi n'est pas une contrainte pour lui. A l'inverse, dans la situation de P87, l'exploitant estime que l'investissement lui coûte plus cher que du compost du commerce.

L'effet recherché par l'apport de compost est d'améliorer la qualité des sols au niveau de la structure en augmentant la teneur en matière organique. P87 souhaite apporter une fonction nutritive en

utilisant un compost jeune (stimulation de l'activité microbienne permettant une minéralisation plus rapide). L'apport de compost respecte une certaine cohérence avec les objectifs d'apport.

Tableau 6 : Quantité et période d'apport de compost (Prod)

	P59	P87	P86
Quantité épandu (t/ha) - Plantation (P) - Entretien (E)	P : 12 à 15t/ha E : 7 t/ha	P : 12 t/ha E : 8 t/ha	P : / E : 15-20 t/ha
Période	Automne	Printemps (Mars)	Février

D.2.2 Les utilisateurs de compost (Profil Ut)

Les caractéristiques générales des arboriculteurs utilisateurs de compost (profil Ut) entretenus sont résumés dans le Tableau 7. Excepté U217 qui se considère avant tout comme viticulteur, les autres exploitants sont spécialisés en arboriculture.

Tableau 7 : Caractéristiques générales des utilisateurs de compost

	U31	U134	U204	U217
Typologie	Ut	Ut	Ut	Ut
Région (département)	AuRA (Drôme)	Occitanie (Gard)	Pays-de-la-Loire (Loire-Atlantique)	Occitanie (Hérault)
Année début d'activité agricole	1994	2006	2003	1989
Surface totale	50	19	5	15
Surface en verger	40	19	5	1,8
Espèce(s) cultivée(s) Espèce principale <i>Espèce future</i> <i>Espèce antérieure</i>	Abricotier (15 ha) : 3 à 9 ans Pêcher (22 ha) : 1 à 20 ans <i>Poirier</i>	Abricotier (6,5 ha) Poirier (11 ha) Pêcher <i>Grenadier</i>	Pommier (4,2 ha) Poirier : (0,5 ha) : 2 ans	Abricotier (0,25 ha) : 2 ans Pêcher (1 ha) : 7 ans Poirier (0,25 ha) : 1 an Prunier (0,25ha) : 1an
AB (année)	Non	Oui (initié en 2015, 100% AB en 2020)	Oui (2008)	Non
Autres Activités agricoles (ha)	Grande Culture (arrêt prochainement)	/	/	Viticulture
Type de MO apporté (autre que compost)	Vinasse			
Caractéristique des sols de vergers	Faible en argile CEC faible Sol chargé en potasse Présence de cailloux Quelques parcelles sableuse (filtrant)	Hétérogène : ➤ Abricotier Sol pauvre ➤ Poirier : Sol riche	Sol sablo-limoneux (drainant) Rocailleux Terre de coteaux peu profond 2,5% de MO	Sol pauvre ➤ Pêchers : argilo-calcaire ➤ Abricotier : Sablo-argileux

D.2.2.1 Quelles pratiques d'utilisation de compost ?

Les caractéristiques générales des pratiques relatives à l'apport de compost sont présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Caractéristiques générales des apports de compost des profils Ut

	U31	U134	U204	U217
Apport de compost avant plantation				
Type	100% DV	100% DV	Compost Bochevo® (à base de fumiers de ferme)	Mélange de compost urbain (boue de STEP + DV)
Origine	Commerce	Station compostage (déchetterie)	Commerce	Station compostage
Quantité	100 t/ha	50-60 t/ha	25 t/ha	Pêche : 50 t/ha Poire et prune : 100 t/ha
Prix d'achat	21€/t	7€/t	/	0€
Apport de compost durant les années de production				
Type	100% DV	100% DV	Bouchon organique à base compost (7-2-2) Biais de compréhension	Compost urbain (boue de STEP + DV)
Quantité	Avant : 5 t/ha/an Actuellement : 10 t/ha/2ans	8 à 10 t/ha/an	300 kg/ha/an	Pêche : 50 t/ha (3 ^{ème} année) puis 100 t/ha (6 ^{ème} année) Abricot : 100 t/ha (1 ^{ère} année)
Objectif 1 ^{er} de l'apport de compost	Améliorer la qualité des sols (augmenter le taux d'humus)	Améliorer la qualité des sols (augmenter le taux d'humus)	Nutrition des arbres	Activer la vie microbienne

Un biais de compréhension a été identifié pour U204 concernant le terme de « compost ». En effet il apparente les bouchons organiques – certes fabriqués à partir de compost – à du compost brut. Ce type de produit organique diffère de l'objet d'étude (compost brut), et est difficilement comparable.

➤ Avant plantation

Avant plantation, tous les arboriculteurs apportent du compost provenant de station/plateforme de compostage (brut) sauf U204. Ceux qui utilisent du compost à base de DV, sont dans l'optique d'augmenter le taux d'humus avec une vision long terme alors que U204 et U217 souhaitent davantage stimuler la vie microbienne du sol en fournissant de la MO facilement biodégradable (vision plus court terme)

➤ **Années de production**

Les arboriculteurs apportent tous le même type de compost (excepté pour U204) durant les années de production qu'à la plantation avec les mêmes objectifs. Cependant, U217 juge le compost urbain trop mûr pour l'effet recherché et il préférerait utiliser des MO brut non-compostées afin de stimuler la vie du sol et justifie l'emploi de compost actuel seulement en raison de sa gratuité. Les arboriculteurs sont conscients de l'effet de l'apport sur les sols en fonction du type de compost même s'ils ne sont pas pleinement satisfaits pour différentes raisons (sauf pour U31)

Tableau 9 : Avantages et inconvénients rencontrés par l'utilisation des composts

	Compost	Avantages	Inconvénient	Impact
U31	100% DV (commerce)	Pratique Qualitatif	- Organisationnel (achat anticipé) - Trop mûr (trop stabilisé, pas assez activateur de la vie microbienne)	/
U134	100% DV (Déchetterie)	Economique	- Qualitatif (présence inertes)	Changement de fournisseur
U204	Bouchons organique	Pratique (facilité épandage) Vitesse de minéralisation satisfaisante	- Economique (chère)	Non comparable à du compost brut (biais de compréhension)
U217	Compost urbain	Economique (gratuit)	- Manutention (trajet, chargement, épandage) - Problème de stockage - Présence d'ETM - Taux d'humidité important	Changement de type de compost (DV), à défaut de matières brutes

➤ **Déterminant du type de compost apporté**

L'objectif de l'apport de compost détermine majoritairement le type de compost apporté, sauf pour U217 où le facteur économique prédomine.

Les autres facteurs intervenant dans le choix du type de compost apporté dépendent de chaque arboriculteur :

- U31 a fait le choix d'utiliser un compost à base de DV car il s'agit du seul amendement proposé par son fournisseur permettant une augmentation satisfaisante de la teneur en humus.
- U134 utilise du compost de DV issu de déchetterie du fait de son faible coût (7-8 € la tonne), et des retours positifs perçus par les autres agriculteurs. Toutefois, ce compost s'est révélé être de mauvaise qualité (présence importante d'inertes principalement sous forme de petites

particules de plastiques), et souhaite à l'avenir changer de fournisseur, quitte à payer plus de deux fois le prix actuel.

- U217 justifie l'emploi de compost à base de boues de STEP et de DV principalement du fait de sa gratuité (et par la présence de bois non-dégradé présent dans le produit) et par manque d'accès à de la matière brute.

➤ Détermination de la quantité apportée

La quantité de compost apportée est généralement déterminée avec un agronome ou un conseiller arboricole basé principalement sur des analyses de sol, sauf pour U217 qui détermine la quantité par ressenti de manière approximative.

D.2.2.2 Apport complémentaire de fertilisants

Les exploitants, dont les vergers sont certifiés « AB », assurent la nutrition minérale des arbres via des produits organiques du commerce. U31 et U217 utilisent quant à eux des engrais minéraux. Les observations des arbres sont prises en compte pour raisonner l'apport de fumure d'entretien.

D.2.2.3 Compostage à la ferme : points de vue des exploitants

Globalement, les arboriculteurs indiquent être favorables au compostage à la ferme sauf pour U217 qui n'y trouve aucun intérêt. Selon lui, le compostage est source de pollution du fait des dégagements de méthane dans l'atmosphère et constitue une perte de nutriments pour les microorganismes du sol (la matière organique étant dégradée). Cette vision généraliste du compostage ne semble pas prendre en compte les multiples enjeux qu'englobe cette pratique entre : l'origine des matières premières (industrielle, urbaine, agricole, ...), les avantages du compostage (hygiénisation, protection des cultures contre certains agents pathogènes, augmentation du potentiel humigène, réduction du volume, ...) et l'objectif prioritaire recherché (recyclage de matières, maintien de la fertilité, nutrition de la plante, séquestration du carbone, régénération d'un sol, ...).

Pour les autres arboriculteurs, le compostage à la ferme leur semble difficilement réalisable pour des raisons multifactorielles du même ordre que celles mises en évidence par le questionnaire en ligne :

- Le manque de disponibilité en MO d'origine animale. Pour tous les arboriculteurs la production de compost exclusivement à base de DV leur semble être davantage contraignant, si ce n'est inenvisageable. Selon eux, les MO d'origine animale sont indispensables pour un bon déroulement processus de compostage.
- Le manque d'espace disponible au sein de leur exploitation
- L'investissement temps/technique trop lourd

Cependant, U204 se dit prêt à sortir ses fruits déclassés en vue de les composter si le risque sanitaire est nul avec une garantie de la destruction du pathogène responsable du « Black rot » du pommier (*Botryosphaeria obtusa*). Tous les arboriculteurs valorisent le bois de taille sous forme de broyat pour leurs vergers (en surface sur l'inter-rang) et seulement un serait favorable à sortir ces résidus de culture pour le compostage. Pour les autres, l'investissement en temps et en énergie paraît trop important et donc peu rentable par rapport à l'apport de broyats bruts dont l'objectif *in fine* est similaire à l'apport de compost de DV : augmenter le taux de matières organiques dans leur sol. Par ailleurs les résultats agronomiques les satisfont pleinement ne les incitant pas davantage à sortir les bois de taille.

En ce qui concerne les résidus de culture issus de l'arrachage des vergers, deux types de valorisation sont pratiqués à part égale par les arboriculteurs. Les bois sont soit valorisés sous forme de bois de chauffage (valorisation énergétique), soit broyés à l'aide d'un broyeur forestier et laissés sur place (valorisation agronomique).

D.2.3 Préconisation et piste d'amélioration de la plateforme de compostage de l'UERI de Gotheron

Divers constats ont posé question dans la gestion du processus de compostage de la plateforme de compostage de l'UERI de Gotheron. Des pistes d'amélioration et des préconisations sont proposées dans cette partie. Les problématiques soulevées apparaissent dans un ordre logique suivant les étapes du processus de compostage : de la matière première brut, en passant par la gestion du processus, jusqu'au produit fini et sa valorisation.

➤ Les matières premières et zone de compostage

Les déchets verts de la commune (DVcomm) et les DV générés par les activités expérimentales arboricoles (DVgoth) ne sont pas mélangés et sont stockés de manière différenciée sur l'aire de compostage. Ce choix est justifié le manque de traçabilité et la méconnaissance de la composition du mélange des DVcomm qui interrogent quant à la qualité des matières premières (inertes, ETM, divers polluants, etc.). Si la présence de molécules polluantes nécessite des analyses (ETM, CTO), les inertes peuvent en partie être visibles à l'œil nu. Il a été en effet constaté un nombre conséquent de morceaux de plastiques et de métaux, en plus de cailloux. Par ailleurs, des diffuseurs à phéromones ont pu être observés dans les tas de compost issus des DVgoth.

Plusieurs solutions sont envisageables, à des échelles de faisabilité différentes. Concernant la présence de pièges à phéromones, une inspection plus rigoureuse des vergers avant arrachage serait recommandée afin de les ôter intégralement (tri à la source). Pour les inertes en provenance des DVcomm, le tri à la source n'est pas faisable à l'échelle de l'UERI, si ce n'est un **tri manuel des matières brutes lors de la réception** des DV, avant l'étape de broyage. Cette étape se révélerait cependant fastidieuse. Une autre solution serait un **criblage en fin de processus** (granulométrie fine du compost) mais nécessite le matériel adapté. La **mise en place d'une charte entre l'UERI et la collectivité** (responsable du déchet) pourrait aussi être une option. Cette dernière serait alors en charge de mettre en place un contrôle qualité en amont et de sensibiliser les particuliers et professionnels apportant leur déchets verts. Informer les services municipaux serait déjà une première étape.

Concernant le fumier issu du lycée agricole voisin, une fois réceptionné, il est stocké pendant une période allant de quelques jours à un mois à même le sol, dans l'attente d'être mélangé avec les déchets verts. Le temps d'attente dépend de l'organisation des techniciens et de leur disponibilité. La plateforme de compostage de l'UERI est soumise à la directive nitrate (zone vulnérable). Il est possible de stocker le fumier uniquement si celui-ci est suffisamment compact afin d'éviter tout risque d'écoulement. Le stockage peut se faire sur une parcelle en prairie ou portant une culture implantée ou une CIPAN assez développée. Si le sol est nu, il est nécessaire de déposer le fumier sur un lit de quelques dizaines de centimètres de matériaux absorbant avec un C/N > 25 (pailles, sciure, broyat de bois, ...) Il est nécessaire que le fumier ait séjourné au moins deux mois sur une fumière et/ou sous les animaux (drome.gouv.fr 2018).

Au vue des caractéristiques du fumier (pailleux et de litière accumulé) les risques sont limités. Néanmoins, dans une démarche de prévention des risques, il peut être judicieux de **préparer le terrain avec une couche de broyat (à défaut de paille) avant réception des fumiers**. Dans cette même logique, **il faudrait attendre un délai de trois ans avant de pouvoir réexploiter l'emplacement de l'andain** pour un autre cycle de compostage (ce qui est plus ou moins le cas). L'aire de compostage est suffisamment grande pour ce type de gestion. Ces mesures ne s'appliquent pas pour les DV.

➤ **Gestion du processus**

L'humidité est le paramètre le plus compliqué à gérer. La tentative d'humidification à l'aide de cannes d'arrosage s'est révélée non-concluante : un compost trop sec devient hydrophobe (caractéristique chimique des composés humiques). Il est donc nécessaire **d'effectuer des contrôles réguliers** de l'humidité avant de dépasser un niveau de sécheresse trop avancé (action préventive). Le plus simple et le plus rapide reste **le test du poing** (Annexe 1, Figure 31). Si ce test révèle un besoin d'arrosage, plusieurs options sont envisageables pour entretenir l'humidité en fonction du matériel à disposition :

- Creuser une gouttière au sommet de l'andain avec des rampes d'arrosage, comme utilisé en maraichage, avec un débit suffisant (goutte-à-goutte pas suffisant)
- Remplacer les cannes d'arrosage par des asperseurs oscillant (meilleure localisation)
- En dernier recours, un apport massif d'eau suivi d'un retournement

L'étape de retournement est recommandée après l'étape d'arrosage afin d'homogénéiser la répartition de l'eau au sein de l'andain.

Si l'effet nutritif est davantage recherché, et que le manque de matière azoté se fait ressentir, deux options sont envisageables :

- Cultiver des légumineuses sur une parcelle en vue de les employer pour le compostage
- Prospector des gisements de matières organiques dans les environs

➤ **Valorisation du compost (apport)**

Un compost pas assez mûré peut provoquer un risque d'immobilisation de l'azote, situation vécue par l'UERI de Gotheron suite à l'apport d'un compost de quelques mois. Afin d'éviter ce phénomène il est primordial que le compost ait un niveau de maturité garantissant sa stabilité. **Le suivi de température après retournement peut être un bon indicateur, réalisable et peu coûteux** contrairement aux analyses laboratoire (minéralisation du carbone). Une non-élévation de la température laisse supposer un compost est assez mûre à condition que l'humidité ne soit pas le facteur limitant.

En fonction des effets recherchés, il pourrait être intéressant d'avoir une gestion différenciée des andains en jouant sur la composition des matières premières et/ou de la durée de maturité et/ou du nombre de retournements (le nombre élevé de retournement accélère le processus de compostage).

➤ **Meilleure maîtrise du process et de traçabilité**

Des éléments d'information discordants ont pu être relevés. Ainsi, il paraît judicieux d'améliorer la maîtrise du process ainsi que la traçabilité des différentes étapes, pour une harmonisation. Parmi les outils de pilotage primordiaux nécessitant un suivi régulier il y a :

- La température de la phase de la fermentation active (un relevé par semaine, inscrit sur une fiche suivie)
- Le taux d'humidité (test du poing)

Enfin, un « référent compost » pourrait être désigné au sein de l'UERI afin de capitaliser l'information, d'effectuer les suivis, et de planifier les actions de prévention de gestion en fonction des observations effectuées sur le terrain.

E. Discussion et perspectives

La non-présence de liens statistiques entre la production/l'utilisation de compost et les variables d'ordre macroscopique (localisation géographique, certification AB, taille de l'exploitation, espèce principale cultivée, etc) peut être expliquée pour plusieurs raisons : (1) les liens hypothétiques ont probablement été trop généralistes et simplistes au vu de la diversité et de la complexité des déterminants de pratique et (2) du fait des limites relevées par l'enquête (Partie 4.1.5).

Cependant, les résultats ont tout de même permis de dégager certaines tendances lors des comparaisons entre les différents profils (Prod, Ut, NiNi) et d'identifier l'intérêt porté ainsi que les freins et les avantages perçus quant aux pratiques liées au compost. Les entretiens semi-directifs ont permis d'apporter des éléments de réponses complémentaires.

Concernant la pratique du compostage, les principaux éléments qui ressortent de l'enquête en ligne sont :

- Des freins perçus unanimement pour les non-adoptants (NiNi et Ut) principalement associé à un manque de matériel adapté et à un manque de temps ou à un manque de ressource compostable
- La **faible familiarité** du processus de compostage généralisé, même chez les producteurs de compost

Ces résultats soulèvent la question des ressources disponibles (au sens large du terme) d'un point de vue pratico-technique, en temps mais aussi en termes de connaissances/savoirs acquis.

Les entretiens semi-directifs ont permis de confirmer certains points de ces résultats d'enquête, notamment concernant **le manque de ressource compostable** limitant la capacité de production pour les producteurs. Ce motif est une raison souvent évoquée par les utilisateurs de compost freinant la possibilité de compostage à la ferme.

Cependant, l'origine de ces matières premières employées par les producteurs de compost a permis de pointer une **source importante de déchets organiques générés par les collectivités (déchets verts)** offrant un potentiel de valorisation. Ces déchets verts semblent attrayants pour les arboriculteurs (faible coût/gratuité, livrés et broyés) mais soulèvent des questions d'ordre **qualitatif** (présence d'inertes) et ainsi qu'au niveau logistique, nécessitant une meilleure structuration entre les acteurs de la filière.

La disponibilité en temps et l'acquisition de matériel adapté s'est révélé aussi être un obstacle à l'amélioration de la pratique de compostage : l'utilisation d'un tractopelle pour le retournement prend du temps et le retourneur d'andain est onéreux à l'achat. Tous ayant conscience de l'importance de l'étape de retournement, on peut supposer que celle-ci n'est pas associée au manque de connaissance révélé par l'enquête en ligne.

La gestion de l'humidité durant le processus de compostage est le paramètre le plus difficile à maîtriser pour l'ensemble de producteurs de compost. Les moyens à mettre en œuvre pour optimiser ce paramètre est un investissement non-négligeable en temps pour des résultats pas garantis. De plus, la production de compost n'est pas la priorité première des arboriculteurs dans au sein de leur activité arboricole. Les suivis de température sont très disparates suivant les exploitants agricoles dont la moitié n'assure pas un bon déroulement. Ce constat peut être expliqué par un manque de

connaissance du processus de compostage comme les résultats de l'enquête en ligne ont pu le souligner.

La mise en commun de matériel et d'espace pourrait être une solution pour répondre aux problèmes de disponibilité de matériel, de temps, de gestion du procédé, et de ressources compostables, à l'image du « CIVAM Humus du Virdoule » initié par des agriculteurs en 2001 dans le département du Gard. Ce CIVAM valorise les déchets verts en circuit court en partenariat avec les collectivités locales. Ainsi, en centralisant la production de compost sur une même zone géographique les problèmes logistiques de livraison soulevés par un arboriculteur lors des entretiens semi-directifs pourraient être levés. La mutualisation de matériels techniques spécifiques au compost (retourneur d'andain) est également avantageuse d'un point de vue économique et technique. Une plateforme de compostage collective pourrait aussi accueillir les matières organiques issues d'entreprises environnantes générant des sous-compostables. Des outils de gestion et de suivi permettrait aussi une meilleure maîtrise du process. Ce type de projet – à l'interface des plateformes de compostage et du compostage à la ferme – nécessite néanmoins une certaine réflexion et une réelle étude (faisabilité, prospection, offre/demande, ...) en amont pour sa mise en place.

Dans une démarche de production à l'échelle de l'exploitation, l'adhésion à une CUMA possédant du matériel adapté au compostage (broyeur, retourneur d'andain, cribleuse) pourrait aussi être une solution pour pallier le manque de matériel. Encore faut-il que les arboriculteurs aient accès à une CUMA (ce qui n'est pas toujours le cas) et que celle-ci soit en possession de ce type de matériel. Les partenariats bilatéraux entre un arboriculteur et une autre structure (service déchet d'une collectivité, entreprise d'élagueur, centre équestre, éleveur, ...) – comme illustré par deux arboriculteurs interviewés et le cas d'étude – semblent être une alternative intéressante pour combler le manque de matières organiques valorisables en arboriculture, et éventuellement la mise en commun de matériel.

À l'ère du digital, le développement de plateformes en ligne permettant le prêt de matériels utilisés de manière occasionnelle entre agriculteurs locaux peut aussi ouvrir d'autres perspectives.

Les diverses formations suivies (par deux arboriculteurs sur trois) leur ont permis d'acquérir des principes théoriques du compostage pris en considération dans leurs techniques de compostage mais dont l'application reste difficile dans la pratique. En effet, les pratiques de gestion du processus de compostage sont effectuées et déterminées entre autres par empirisme, par expérience, ou ressenti personnel. Néanmoins, ces formations ont contribué positivement à l'adoption de la pratique de compostage bien que chronophage.

Au final, les entretiens semi-directifs révèlent que l'adoption de la pratique compostage semble être déterminée par une diversité d'éléments liés :

- Au contexte particulier à l'échelle de l'exploitation (matière organique à gérer)
- À l'environnement de proximité (présence d'une CUMA, voisin éleveur, déchets verts de la collectivité, ...)
- Aux motivations et perspectives de l'exploitant (autosuffisance d'amendements, passage AB, ...)

L'enquête en ligne a permis de mettre en évidence un fort intérêt pour l'utilisation de compost pour l'ensemble de la population mais dont l'adoption de la pratique semble être freinée par une diversité d'obstacles dont le principal concerne le matériel technique adapté à l'épandage. Les entretiens semi-directifs ont mis en évidence l'importance de l'accompagnement des techniciens dans le choix et prise de décision concernant les quantités et le type de compost à apporter, basé notamment sur des analyses de sols.

Le gisement de déchets organiques générés en arboriculture semble minime et insuffisant pour la production de compost. En effet, le bois de taille est broyé et laissé sur place, constituant une pratique satisfaisante pour tous les arboriculteurs. Les résidus de culture issus de l'arrachage des vergers sont généralement valorisés énergétiquement (bois de chauffage). Et les fruits non-commercialisés sont très peu présents. L'enquête ne permet pas de savoir s'il y a valorisation des déchets organiques générés par les autres activités agricoles.

La variabilité de l'information récoltée durant les entretiens concernant les pratiques liées au compost montre un manque de référencement protocolaire, et d'information/formations liés aux pratiques de compostage et d'apport de compost. En effet, le manque ne semble pas provenir des études scientifiques qui sont de plus en plus présentes, mais du transfert de connaissance vers le domaine d'application en arboriculture. Car la littérature scientifique met en évidence les avantages du compost et les effets bénéfiques mais l'adoption de pratique par les arboriculteurs est déterminée entre autres par empirisme, par expérience, ou ressenti personnel.

De plus, la thématique du compostage est complexe du fait de (1) la diversité des matières premières qui peuvent être employées, (2) de la diversité des procédés de compostage (industriel, semi-industriel, à la ferme, des particuliers) et des pratiques de gestion, et (3) des différents domaines d'application/de valorisation dont l'agriculture, et plus précisément l'arboriculture. De plus, en fonction des types de sol et de la pratique d'apport (enfouissement, en surface, matériel, ...), les réponses d'apport peuvent être variables. Tous ces facteurs montrent la complexité et la problématique de l'acquisition de données scientifiques génériques au compostage et à l'utilisation de compost applicable à des situations variables.

Néanmoins, les programmes de recherches (plutôt récentes) se développent avec l'apparition de documents d'information (Guide du compostage, CA Occitanie 2019) montrant une réponse à cet engouement. De nombreux outils ou indicateurs tentent de se développer, mais dont l'interprétation ou l'application reste compliquée dans la pratique. D'autres structures agissent pour consolider la pratiques du compostage en agriculture comme par exemple l'association Agriculteurs – Composteurs de France. Avec l'élaboration d'une charte de bonnes pratiques de compostages, cette association nationale souhaite développer l'implication des agriculteurs dans la filière de compostage, et donc de la pratique en elle-même, en optimisant les savoir-faire technique et de qualité. Ce type d'initiative ne peut qu'être positive pour l'amélioration des pratiques de compostages dont les limites soulevés par l'enquête.

Conclusion

Pour conclure, les résultats de cette étude ont montré un intérêt fort vis-à-vis de l'utilisation de compost chez les arboriculteurs et ont mis en évidence les freins rencontrés peinant au développement de cette pratique. Le compostage est une pratique peu courante et dépend du contexte spécifique à l'échelle de l'exploitation, de l'exploitant et de son environnement au vu de la diversité des informations récoltées. La part des déchets organiques non-valorisés en arboriculture est minime et ne peut donc être un facteur de motivation d'adoption de la pratique de compostage.

Les producteurs de compost sont largement dépendants des sources d'apports de matières organiques exogènes à l'exploitation agricole. Les quantités disponibles, la qualité des matières brutes apportées, ou les modalités d'apports sont les principaux freins rencontrés concernant l'approvisionnement en matières organiques destinées au compostage. Les bonnes pratiques de gestion essentielles à la production d'un compost de qualité sont partielles du fait de l'investissement en temps nécessaire et du matériel employé. D'autant que l'activité de compostage ne constitue pas une priorité majeure au regard des autres activités au sein des exploitations arboricoles. Même si un facteur déclencheur explicatif de la pratique de compostage peut prédominer (tendre vers l'autonomie), c'est la conjoncture de plusieurs facteurs qui a favorisé la mise en place du compostage chez les arboriculteurs (gratuité de la matière première, espace disponible, accès à du matériel technique, formation et visite d'exploitation pilote « vitrine », etc.).

Les utilisateurs de compost choisissent le type de compost (facilement ou difficilement biodégradable) à apporter en fonction de l'objectif recherché (augmentation du taux d'humus ou de l'activité microbienne). Le type de compost choisi est également influencé par le prix d'achat. Pour ces arboriculteurs, le compostage à la ferme ne semble pas être une pratique envisageable pour les mêmes freins évoqués par l'enquête en ligne dont la principale reste le manque de ressource en matière organique.

Bibliographie

- Abächerli, Fredy, Urs Baier, Fredy Berner, Chris Bosshard, Jacques Fuchs, Ulrich Galli, et Heinz Gfeller. 2010. « Directive Suisse 2010 de la branche sur la qualité du compost et du digestat ». Commission suisse de l'Inspectorat du compostage et de la méthanisation.
- Agence BIO. 2020. « Les chiffres 2019 du secteur bio ». https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2020/07/DP-AGENCE-BIO-CHIFFRES-2019_def.pdf.
- Ambiaud, Eric, Bertrand Ballet, Catherine Barry, Laurent Bernadette, Jean-Marie Daussin, et Marie-Sophie Dedieu. 2020. « Agreste GraphAgri 2019 : l'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires. »
- ARVALIS. 2020. « Calculer les valeurs fertilisantes des produits organiques ». 2020. <https://www.arvalis-infos.fr/integrer-les-valeurs-fertilisantes-des-produits-organiques-dans-le-plan-de-fumure-@/view-12357-arvarticle.html>.
- Bopp, Marie-Charlotte. 2019. « Les services rendus par les cultures fruitières ». <https://www.gis-fruits.org/layout/set/print/content/download/3996/39608/version/1/file/Synthese-Services-cultures-fruitieres-CTIFL-INRA-sept-19.pdf#:~:text=La%20seconde%20partie%20d%C3%A9taille%20la,r%C3%A9gulation%20de%20l%C3%A9rosion>.
- Bertschinger, Lukas, Christian Gysi, Andi Häseli, Reto Neuweiler, Werner Pfammatter, Jean-Pierre Ryser, Andi Schmid, et Franco Weibel. 2003. « Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière », 48.
- Cadillon, Adeline, Blaise Leclerc, et Laetitia Fourrié. 2015. « Fertiliser en agriculture biologique : les attentes des acteurs », 9.
- Chambre d'Agriculture Tarn-et-Garonne. 2018. « Plaquette coûts de plantation en Arboriculture fruitière ». CA du Tarn-et-Garonne. https://agri82.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/075_Inst-Tarn-et-Garonne/6-PDF_PAGES_STATIQUES/1-Productions_et_techniques/Cultures_fruitieres_et_legumieres/Arboriculture/Plaquette_cout_de_plantation_2018_V3.pdf.
- Chitrit, Jean-Jacques, et Yvan Gautronneau. 2011. « Pratiques agricoles et fertilité des sols en France ». <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2011.HS.01>.
- Codron, Jean-Marie, Robert HABIB, Florence Jacquet, et Benoît Sauphanor. 2003. « Bilan et perspectives environnementales de la filière arboriculture fruitière ». *Agriculture, Territoire, Environnement dans les Politiques Européennes*, janvier, 31-67.
- Colleu, Sylvie, Caroline Goutine, Pascale Guillermin, Maud Delavaud, Laetitia Fourrié, Yann Gilles, Anne Guérin, et al. 2019. « Gestion des sols de vergers : panorama des outils et travaux, pistes pour la recherche. Rapport rédigé dans le cadre d'une action portée par le GIS Fruits ». <https://doi.org/10.15454/JISRUH>.
- Crétin, Laurette, et Alice Triquenot. 2018. « Agreste, Les Dossiers : Apports de produits phytopharmaceutiques en arboriculture : nombre de traitements et indicateur de fréquence de traitements. Campagnes agricoles 2015 et 2012 ». 43. https://www.epsilon.insee.fr/jspui/bitstream/1/80336/1/dossier43_2018.pdf.
- Diaz, L. F., et G. M. Savage. 2007. « Chapter 4 Factors That Affect the Process ». In *Waste Management Series*, édité par L. F. Diaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, et E. Stentiford, 8:49-65. Compost Science and Technology. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80007-8](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80007-8).
- Eklind, Ylva, Cecilia Sundberg, Sven Smårs, Kristin Steger, Ingvar Sundh, Holger Kirchmann, et Håkan Jönsson. 2007. « Carbon Turnover and Ammonia Emissions during Composting of Biowaste at Different Temperatures ». *Journal of environmental quality* 36 (septembre): 1512-20. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0253>.

- Fuchs, J.G. 2017. « Composting Process Management and Compost Benefits for Soil Fertility and Plants ». *Acta Horticulturae*, n° 1164 (juin): 195-202. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1164.25>.
- GANDUBERT, Benjamin. 2017. « Vergers en AB : Fatigue de sol et fertilisation (Extrait de rapport) ». Station d'expérimentation de la Mornière. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Pays_de_la_Loire/022_Inst-Pays-de-la-loire/RUBR-RD-innovation/Agriculture-biologique/Evenements/2017_JRR_AB_ARBORICULTURE_vergers_AB_faitgue_sol_fertilisation_moriniere.pdf.
- Gazeau, Gérard. 2012. « Fiche n°6 : Fertilisation en arboriculture ». Chambre d'Agriculture 84.
- Houot, Sabine, Cédric Francou, et Monique Lineres. 2002. « Gestion de la maturité des composts : conséquence sur leur valeur amendante et la disponibilité de leur azote - seconde partie - », n° 35 (juin): 2.
- Kuster, Thomas, Othmar Eicher, Sophie Leumann, Urs Müller, Jeanne Poulet, et Reto Rutishauser. 2017. « Fertilisation en arboriculture ». https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztztiere/bienen/bienenprodukte/honig/honigqualitaet/_jcr_content/par/columncontrols_1833305568/items/0/column/externalcontent_1350153509.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2l0LUNIL0FqYXgvRW/luemVscHVibGlrYXRpb24vRG93bmxvYWQ_ZWluemVscHVibGlr/YXRpb25JZD00MzM1Mw==.pdf.
- Laurent, François. 2015. « L'Agriculture de Conservation et sa diffusion en France et dans le monde ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, novembre. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27284>.
- Le Bohec, J, D. Berry, M. Linères, F. Lemaire, L. Fouyer, M. Pain, et JP Thicoïpe. 1999. « Amendements organiques. Pourrait-on juger rapidement ? », Infos-CTIFL, , n° 151: 32-35.
- Leclerc, Blaise. 2001. *Guide des Matières Organiques (tome 1 et tome 2)*. ITAB.
- Libourel, Gilles. s. d. « Choix de matières organiques en agriculture biologique, et plus particulièrement en arboriculture ». Consulté le 6 mai 2020. <http://www.fruitsbiopartage.net/pdf/molibourel.pdf>.
- Mandrin, Jean-François, et Claire Weydert. 2013. « Monilioses sur abricot et pêche : les conditions favorables au développement ». https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/076_Inst-Occitanie/Documents/Productions_techniques/Agriculture_biologique/Espace_ressource_bio/Monilioses-ConditionDvp-Abricot-2013.pdf.
- Ministère de l'Agriculture. 2020. « GUIDE de LECTURE du RCE n° 834/2007 et du RCE n° 889/2008 ». <https://www.iaao.gouv.fr/content/download/1352/13877/version/18/file/GUIDE-de-LECTURE-RCE-BIO%202020-01.pdf>.
- Raynal, Christiane, et Bernard Nicolardot. 2006. « Une meilleure connaissance des engrais et amendements organiques utilisés en bio », *Alter'Agri*, , n° 79: 4.
- Simon, Sylvaine, Aude Alaphilippe, Daniel Plenet, et Pascale Guillermin. 2013. « Méthodologie, Approche Système en Arboriculture », 24.
- Villio, M. Le, Dominique Arrouays, W. Deslais, Joël Daroussin, Yves Le Bissonnais, et D. Clergeot. 2001. « Estimation des quantités de matière organique exogène nécessaires pour restaurer et entretenir les sols limoneux français à un niveau organique donné ». *Etude et Gestion des Sols* 8 (1): 47-63.
- Wurff, A. W. G. van der, J. G. Fuchs, Michael Raviv, et Aad Termorshuizen. 2016. *Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture*. BioGreenhouse. <https://doi.org/10.18174/375218>.
- Znaïdi, Akram. 2002. « Etude et Évaluation Du Compostage de Différents Types de Matières Organiques et Des Effets Des Jus de Composts Biologiques Sur Les Maladies Des Plantes ». Thesis, Mediterranean Agronomic Institute of Bari. <https://orgprints.org/3064/>.

Liste des annexes

Annexe 1 : Figures illustratives de l'état de l'art.....	54
Annexe 2 : Questionnaire de l'enquête en ligne.....	57
Annexe 3 : Structures contactés pour la diffusion de l'enquête.....	67
Annexe 4 : Grille de recueil	68

Annexe 1 : Figures illustratives de l'état de l'art

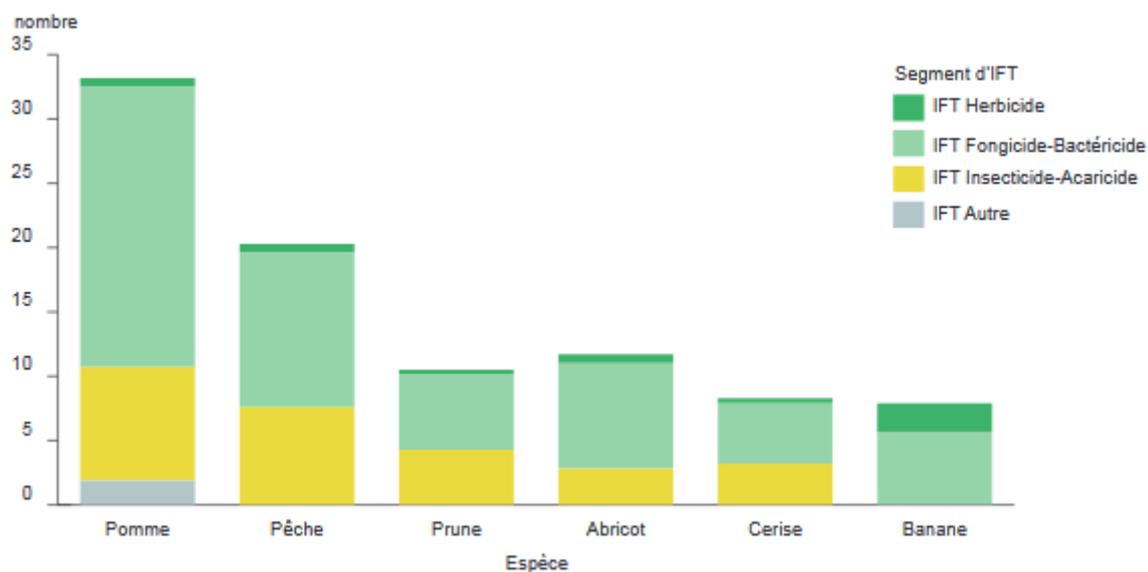


Figure 26 : Indicateur de fréquence de traitement (IFT) moyen selon les espèces en 2015 (source : Agreste – Enquête Pratiques culturales en arboriculture 2015)

Espèce fruitière	Rendement t/ha	Éléments nutritifs (kg/ha)					Source
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	
Pomme	40	20	10	67	3	3	IFA 1992, USDA 1963, Shear & Faust 1980 (Ca, Mg)
Poire	40	30	10	70	2	5	IFA 1992, USDA 1963
Cerise	12	26	5	23	2	2	Huguet 1980
Prune	20	10	5	42	1	2	USDA 1963
Apricot	20	18	9	71	3	2	USDA 1963
Pêche	15	15	9	36	1	2	Marangoni & Rombola 1994
Kiwi	20	31	11	54	7	2	Smith et al. 1988, USDA 1992
Framboise	15	29	7	26	–	5	Drawert et al. 1970, Souci et al. 1977
Autres baies d'arbuste	20	37	7	47	–	4	Drawert et al. 1970, Souci et al. 1977
Myrtille	15	21	2	10	–	1	Drawert et al. 1970, Souci et al. 1977

Figure 27 : Les prélèvements d'éléments nutritifs en fonction des espèces fruitières (source : Bertschinger et al. 2003)

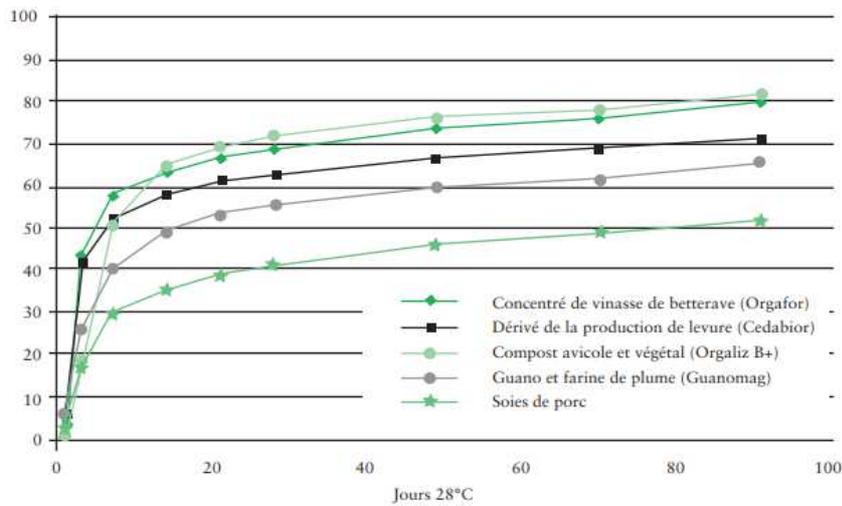


Figure 28 : Carbonne minéralisé (%C organique) pour différents engrais organiques (source : C. Raynal et Nicolardot 2006)

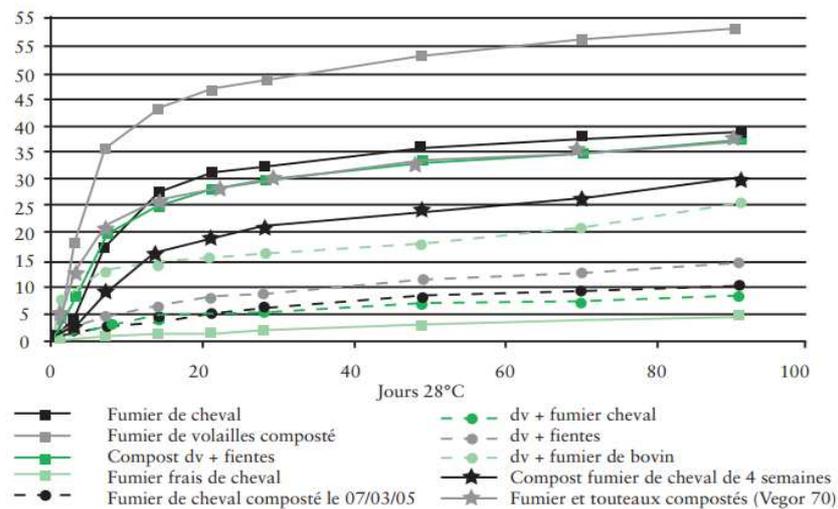


Figure 29 : Carbonne minéralisé (%C organique) pour différents amendements organiques (source : (C. Raynal et Nicolardot 2006)

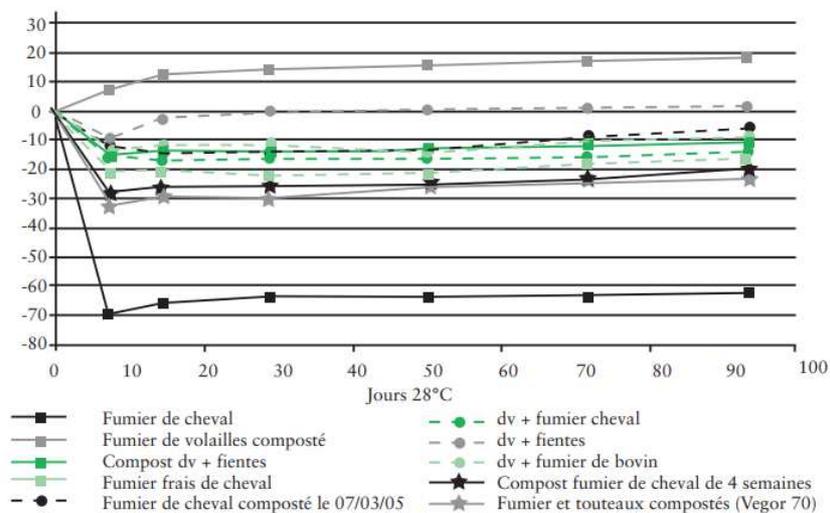


Figure 30 : Azote minéralisé (%N organique) pour divers produits organiques (source (C. Raynal et Nicolardot 2006)



Figure 31 : Détermination du taux d'humidité du tas de compost (méthode du poing), en prélevant à environ 30cm de profondeur (source : coatis.rita-dom.fr)

A gauche : de l'eau s'écoule entre les doigts = **trop humide** / Au milieu : la structure se délite, ne tiens pas = **trop sec** / A droite : la structure se maintient sans excès d'eau = **optimum**

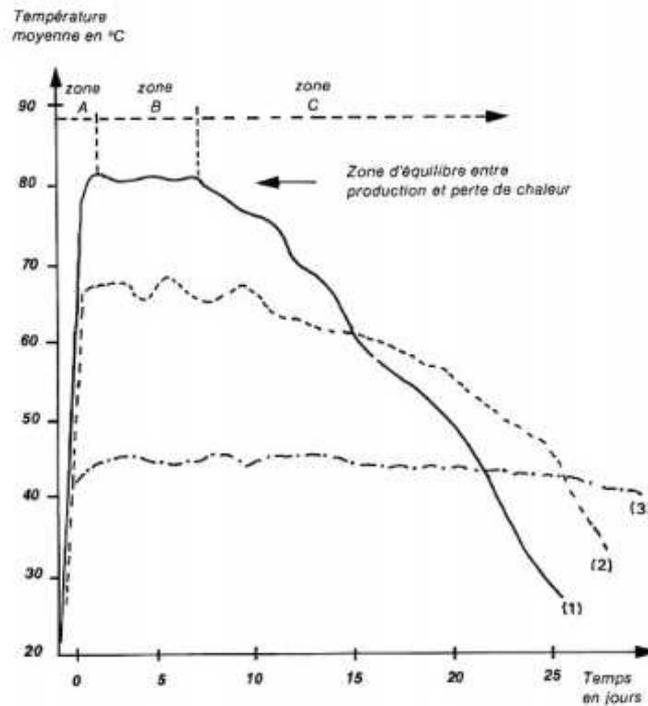


Figure 32 : Évolution de la température en fonction de la biodégradabilité des matières premières (Mustin, 1987)

(1) : très biodégradable / (2) moyennement biodégradable / (3) peu biodégradable

A : production de chaleur > pertes vers l'atmosphère / B : équilibre / C : production de chaleur < pertes vers l'atmosphère

Annexe 2 : Questionnaire de l'enquête en ligne

Objectif : Faire un état des lieux des pratiques existantes concernant le compostage et l'utilisation de compost en arboriculture fruitière et, de manière plus large, de la fertilisation organique.

En effet, bien que l'intérêt de la fertilisation organique – et du compost – soit de plus en plus fort en arboriculture, les réalités de terrain restent peu/mal connues.

Cette enquête a aussi pour but d'évaluer les gisements de déchets organiques (compostables) générés chez les arboriculteurs, en plus des déchets de verger.

Introduction : Dans le cadre de mon stage de fin d'étude à l'INRAE (Unité d'Expérimentation de Recherche Intégrée de Gothéron, Drôme), je réalise une enquête en collaboration avec le GIS Fruits auprès d'arboriculteurs sur **la pratique du compostage et l'utilisation de compost dans leur verger**. Cette enquête a aussi pour but **d'évaluer les gisements de déchets organiques compostables** générés chez les arboriculteurs, en plus des déchets de verger.

En effet, bien que l'intérêt de la fertilisation organique – et du compost – soit de plus en plus fort en arboriculture, les réalités de terrain restent peu/mal connues.

Ce questionnaire est destiné à tous les arboriculteurs/arboricultrices.

Vos réponses me sont précieuses pour donner un maximum de matière à l'analyse des données et rendre cette étude la plus pertinente possible.

Vos réponses resteront anonymes dans le traitement des données. Cependant, à la fin du questionnaire, il vous sera demandé si vous souhaitez laisser vos coordonnées personnelles* afin d'avoir un bref entretien avec vous, ce qui me permettrait de mieux comprendre vos pratiques et d'approfondir ma réflexion sur le sujet tout en reflétant au maximum les réalités de terrain dont vous – les arboriculteurs – êtes les principaux acteurs.

Je vous remercie d'avance pour le temps accordé et votre implication.

* RGPD : Vos données personnelles seront mobilisées **uniquement pour vous contacter** et n'apparaîtront aucunement dans le traitement des données ou l'analyse des résultats. Seulement nous, mon équipe et moi (Loïc Lesourd), aurons accès à vos données personnelles. Elles seront conservées pour une durée maximale de 2 ans au sein de l'unité expérimentale INRAE de Gothéron, puis effacées. La **confidentialité** et la **sécurité** de ces données personnelles sont garanties. En cas de besoin, vous pouvez contacter : stephanie.drusch@inrae.fr

Estimation temps remplissage questionnaire : environ 7 minutes

N°	Codification	Questions	Type de réponses	Conditions
PROFIL GENERAL DE L'EXPLOITATION				
1	CODEPOSTAL	Quel est le code postal de votre exploitation ?	5 Chiffres	
2	AGE	Quel est votre âge ?	Chiffre	
3	ANNEE	En quelle année avez-vous débuté votre activité agricole ? (Écrire l'année sous forme AAAA, ex : 1995)	4 Chiffres	
4	SEXPLOIT	Quelle est la surface de votre exploitation (ha)	Chiffre	
5	SVERGER	Quelle est la surface de vos vergers (ha) ?	Chiffre	
6	ESPCCULTIVE	Quelle(s) espèce(s) fruitière(s) cultivez-vous ?	Liste choix multiple *	
7	ESPC1	Quelle espèce est la plus représentée en termes de surface ?	Liste choix unique *	
8	AB	Êtes-vous en agriculture biologique ?	Oui / non / en partie	
9	FRUITS	Avez-vous une quantité relativement importante de fruits non-commercialisés (écarts de tri, invendus, ...) ?	Oui / non	
10	ACTAGRI	Si vous avez une autre activité agricole au sein de votre exploitation (grandes cultures, élevage, maraichage, ...), veuillez préciser.	Liste choix unique (dont « je n'ai pas d'autre activité agricole »)	
11	DORGACTAGRI	Cette activité génère-t-elle des déchets organiques (fumier, lisier, tiges et feuilles, cosses, ...)	Liste, choix unique <input type="checkbox"/> Cette activité ne génère pas de DO <input type="checkbox"/> Type de DO généré : LIBRE	Si réponse (10) différente de « je n'ai pas d'autre activité agricole »
12	TRANSFO	Avez-vous un atelier de transformation dans votre exploitation (fruitière, animal, végétal ...) ?	Oui / non	

13	DORGTRANSFO	Quel type de déchets organiques (sous-produits de transformation) génère cet atelier de transformation ?	Liste, choix unique <input type="checkbox"/> Pas de DO <input type="checkbox"/> Type de déchet : LIBRE	Si réponse (12) = oui
FERTILISATION ORGANNIQUE				
14	UTMOFFOND	Avant plantation , apportez-vous de la matière organique dans vos vergers en tant que fumure de fond ?	Oui / non	
15	TYPEMOFFOND	Est-ce du compost ? Si non, veuillez préciser le type de matière organique utilisé en tant que fumure de fond (fumier, engrais verts, ...).	Oui Non : LIBRE	Si réponse (14) = oui
16	UTMO	Durant les années de production , utilisez-vous des de la matière organique (BRF, fumier, farine animale, compost, guano, lisier, tourteau, vinasse, ...) dans vos vergers ?	Oui / non	
17	TYPEMO	Pouvez-vous préciser le type (ou la marque du produit commercial) ? AIDE : si vous ne connaissez pas le type de MO, veuillez préciser la marque du produit commercial employé)	Choix multiples*	Si réponse (16) = oui
18	FREQFERTIORG	Utilisez-vous de la matière organique de manière occasionnelle (moins d'une fois par an) ou régulière (au moins une fois par an) ?	Liste, choix unique <input type="checkbox"/> Occasionnelle <input type="checkbox"/> Régulière	Si réponse (16) = oui
19	OBJECTIFMO	Quel est votre objectif premier lors de l'apport de matière organique de ce type ?	Liste choix unique : <input type="checkbox"/> Amélioration de la qualité des sols (structure, porosité, taux de matière organique, ...) <input type="checkbox"/> Nutrition des arbres <input type="checkbox"/> Autres : libre	Si réponse (16) = oui

COMPOSTAGE (= PRODUCTION DE COMPOST)				
20	PRODCPST	Produisez-vous du compost ?	Oui / non	
21	PRODUTCST	L'apport de compost dans vos vergers est-il issu de votre production de compost ?	Liste, choix unique <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> En partie	Si réponse (17) = « compost » ET si réponse (20) = oui
22	DVPRODCPST	Utilisez-vous les déchets de vergers (branches, bois d'arrachage, fruits non-commercialisés, ...) pour la confection du compost ?	Oui / non	Si réponse (20) = oui
23	PRODCPSTCOLL	Le compost est-il produit de manière individuelle ou de manière collective ?	Choix unique <input type="checkbox"/> Individuelle <input type="checkbox"/> Collective	Si réponse (20) = « oui »
24	ZONECPST	La zone de compostage se situe-t-elle au sein de votre exploitation ?	Choix unique <input type="checkbox"/> Dans mon exploitation <input type="checkbox"/> Hors de mon exploitation	Si réponse (20) = « oui »
25	TYPEPRODCPST	Pouvez-vous préciser la façon dont il est produit ? (cf photos)	Choix unique (ci-dessous)	Si réponse (20) = « oui »



- En **andain**, **avec** gestion du procédé de compostage (retournement, bâchage éventuel, ...)
- En **andain**, **sans** gestion du procédé de compostage



- En **tas**, en bout de champs **avec** gestion du procédé de compostage (retournement, bâchage éventuel, ...)
- En **tas**, en bout de champs **sans** gestion du procédé de compostage
- Je ne sais pas
- Autre : Champs libre

PERCEPTION D'UTILISATION DE COMPOST DANS VOS VERGERS				
25	INTERETUT	Seriez-vous intéressé par l' utilisation de compost dans vos vergers ?	Echelle de 1 à 4 : <input type="checkbox"/> Très intéressé <input type="checkbox"/> Plutôt intéressé <input type="checkbox"/> Peu intéressé <input type="checkbox"/> Pas du tout intéressé	
26	SAVOIRUT	Quel est, selon-vous, votre niveau d'expertise pour l' utilisation de compost ? (Type de compost à utiliser en fonction de vos besoins)	Echelle de 1 à 4 : <input type="checkbox"/> Très bonne connaissance <input type="checkbox"/> Bonne connaissance familial <input type="checkbox"/> Peu de connaissance <input type="checkbox"/> Pas de connaissance	
27	SAVOIRCPSTAGE	Quel est, selon-vous votre niveau de connaissance de la gestion du processus de compostage (proportion du mélange initiale, C/N, maturité, oxygénation, humidité, température, ...) ?	Echelle de 1 à 4 : <input type="checkbox"/> Très familier, <input type="checkbox"/> Plutôt familier <input type="checkbox"/> Peu familier <input type="checkbox"/> Pas du tout familier	
28	AVTGUTCPST	Selon-vous, quel est (sont) le (les) avantage(s) premier(s) de l' utilisation de compost dans vos vergers ?	Choix multiples : <input type="checkbox"/> Agronomique <input type="checkbox"/> Economique	

			<input type="checkbox"/> Environnementale <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Autre : Libre	
29	FREINUT	Quels peuvent-être les principaux freins générés par l'apport de compost dans vos vergers ?	<input type="checkbox"/> Matériel technique <input type="checkbox"/> Economique <input type="checkbox"/> Risque de faim d'azote <input type="checkbox"/> Inconstance /variabilité du produit fini <input type="checkbox"/> Méconnaissance du compost <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Autre : Libre	
30	UTCSTDV	Seriez-vous prêt à utiliser du compost à base de résidus de culture de verger (bois principalement) ?	Choix unique : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas	
PERCEPTION PRODUCTION DE COMPOST (COMPOSTAGE)				

31	AVTGPROD	Selon-vous, quel est le (les) avantage(s) premier(s) de la production de compost dans votre exploitation ?	Choix multiple : <input type="checkbox"/> Agronomique <input type="checkbox"/> Economique <input type="checkbox"/> Environnementale <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Autre : Libre	
31	FREINPROD	Quels peuvent être les principaux freins pour la production de compost sur votre exploitation ?	Choix multiple : <input type="checkbox"/> Manque disponibilité temps, <input type="checkbox"/> Manque disponibilité espace <input type="checkbox"/> Matériels <input type="checkbox"/> Peu/pas de ressources compostables <input type="checkbox"/> Méconnaissance de la gestion du processus de compostage <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> Je ne sais pas <input type="checkbox"/> Autre : Libre	

REMARQUES / CONTACT				
32	RQ	Avez-vous des remarques, des questionnements, ou des précisions, à apporter à notre connaissance (concernant la production et l'utilisation de compost, les freins, les intérêts, ou autre) ?	Libre	
33	MAILSYNTHESE	Si vous souhaitez recevoir une synthèse de l'analyse des résultats, veuillez renseigner votre adresse mail :	Libre	
34	ENTRETIEN	Accepteriez-vous d'être contacté ultérieurement (court entretien) afin d'avoir plus de renseignements et de précisions quant à vos pratiques ? Ces informations me seraient d'autant plus précieuses si vous produisez et/ou utilisez du compost dans vos vergers. Votre accord m'aiderait grandement à approfondir les résultats de l'enquête de mon mémoire de fin d'étude ainsi que ma réflexion.	Oui / non	
35	TELNOM	Afin que je puisse vous contacter, veuillez renseigner les champs ci-dessous :	Nom : libre Prénom : libre N° de tél : libre Mail : libre	Si réponse (34) = oui

Merci d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Bonne journée.

- Possibilité de réponses (choix multiples)

Questions 6 – 7	Question 10	Question 17
<ul style="list-style-type: none"> - Agrumes - Amandier - Abricotier - Cerisier - Châtaignier - Cognassier - Figuier - Kiwi - Noisetier - Noyer - Olivier - Pêcher (pêche - nectarine - pavie) - Poirier - Pommier - Prunier (prune - quetsche - mirabelle) - Raisin de table - Petits fruits (framboisier, groseillier, ...) - Autre : LIBRE 	<ul style="list-style-type: none"> - Je n'ai pas d'autre activité agricole - Pépinière arboricole - Pépinière maraîchère, de fleurs, ... - Grandes cultures (Céréales, Oléagineux, Protéagineux) - Elevage (bovin, ovin, caprin, porcins, équins) - Aviculture - Cuniculture - Maraîchage - Culture de champignons - Viticulture - Autre : LIBRE 	<ul style="list-style-type: none"> - Bois Raméal Fragmenté (BRF) - Fumier (de bovins, d'ovins, de caprins, de porcins, d'équins, ...) - Farine animale (d'os, de plume, de poisson, de sang, ...) - Compost (de fumier, de broussaille, de déchets verts, d'ordures ménagère ...) - Guano - Lisier (bovins, porcins, ...) - Tourteau - Vinasse - Produit commercial (précisez la marque)

Annexe 3 : Structures contactés pour la diffusion de l'enquête

Coopératives agricoles	31
Organisations de producteurs	18
Société d'intérêt collectif agricole SICCA	5
Chambres d'agriculture régionales	5
Chambres d'agriculture départementales	11
Arboriculteurs	38
Autres (associations, instituts de formation, centres techniques, GAB, ...)	24
Relances (conseillers arboricoles)	36
Total	158

Annexe 4 : Grille de recueil

Date :

Nom de l'arboriculteur (ID) :

Profil : Producteur de compost (Prod) ou Utilisateur (Ut)

Coordonnées téléphoniques :

Adresse mail :

1. L'exploitation générale / gisements de MO

➤ L'exploitation

Historique de l'exploitation :

Date d'acquisition de la ferme :

SAU :

Type de sol :

AB (date) :

Motif de la conversion :

Autre(s) activité(s) agricole(s) (production animale ou végétale) :

Atelier de transformation :

Matières organiques générés par cette (ces) activité(s) agricole(s) :

- Type de MO :
- Quantité :
- Période :
- Valorisation / Elimination :

➤ Les vergers

Surfaces en vergers (ha) :

Espèce(s) fruitière(s) cultivée(s) :

Surface par espèce (ha) :

Age des vergers :

Gestion des rangs et inter-rangs :

Résidus de culture :

- Bois de taille :
- Bois d'arrachage :
 - o Charpentes
 - o Souches
 - o Racines

Présence de fruits non-commercialisés (écarts de tri, maladies, ...) :

- Quantité :
- Devenir :

2. Fertilisation organique

Objectif de la fertilisation organique :

Utilisation de la MO :

- Type de MO
- Origine
- Quantité par ha
- Période d'application
- Fréquence
- Moyen d'épandage
- Localisation (rang/inter-rang)
- Enfouissement

Gestion différenciée de la fertilisation :

Motif de la différenciation :

Choix du type de MO plutôt qu'un autre :

3. Apport de compost *avant* plantation :

Année de commencement de l'apport de compost :

Type de compost :

Origine :

Quantité apporté :

Localisation (surface, enfouissement, trou de plantation) :

Motif/raisonnement du choix de la pratique (conseiller technique, expérience, formation ...)

Remarque / Commentaire :

4. Apport de compost durant les années de production du verger :

Année de commencement de l'apport de compost :

Type de compost :

Origine :

Quantité :

Coût :

Période d'apport / fréquence :

Localisation (rang/inter-rang) :

Enfouissement :

Déterminant du compost plutôt qu'un autre PO :

Déterminant du choix ce compost plutôt qu'un autre :

Objectif recherché :

Satisfaction du compost :

Inconvénients :

Bénéfices observables :

Remarque / Commentaire / Intuition :

5. Autre(s) type(s) de MO apporté en période de production

Type :

Quantité :

Période d'apport / fréquence :

Localisation (rang/inter-rang) :

Enfouissement :

Déterminant du choix de ce PO :

Avantages :
Inconvénients :
Remarque / Commentaire / Intuition :

6. Complément de fertilisant (engrais/amendement ; minérale de synthèse/naturel)

Type :
Objectif :
Quantité :

⇒ Synthèse des déterminants du pilotage de la fertilisation (type de produit, quantité, localisation, ...) :

7. (Pour Profil Ut) Point de vue des exploitants : Compostage à la ferme

Point de vue :
Intérêt porté :
Facteurs bloquants :
A quelle(s) condition(s) seraient-ils prêts à faire du compostage :
Connaissance du co-compostage ? :

8. (Pour Profil Prod) Compostage à la ferme

Année de commencement compostage :
Matières premières employées :

- Types :
- Origine :
- Fréquence d'approvisionnement / période :
- Disponibilité (suffisance quantitative) :
- Quantité / proportion du mélange de base :
- Avantage matière premières :
- Inconvénients / limites matières premières :

Zone compostage :

- Description zone de compostage :
- Avantage zone de compostage :
- Inconvénient zone de compostage :

Gestion du compostage

- Matériel pour la mise en andain :
- Gestion de l'humidité
 - o Fréquence arrosage :
 - o Moyen d'arrosage :
 - o Déterminant de l'arrosage :
 - o Difficulté rencontré :
 - o Avantage
- Retournement :
 - o Outil :
 - o Fréquence :
 - o Déterminant du retournement :

- Difficulté rencontrée :
- Avantage
- Suivi de la température :
 - Fréquence du suivi :
 - Méthode/outil employé :
 - Difficulté rencontrée :
 - Avantage :
- Temps de maturation :
 - Détermination de la maturité :
- Limites/problèmes soulevés :
- Objectif de compostage
- Piste d'amélioration / Projections futures

L'exploitant composteur : Vision, réflexion, et perspective d'avenir :

- Origine des connaissances
- Motivation
- Projection future
- Déterminant de la pratique de compostage

9. Intuitions, points d'insistance des arboriculteurs :

Table des figures

Figure 1 : Les différents types de GIS dans les domaines de l'agriculture et de l'agroalimentaire (source : site de la chambre d'agriculture)	4
Figure 2 : Logo du GIS Fruits (source : sival-angers.com).....	4
Figure 3 : Des dynamiques de minéralisation (C et N) variables en fonction des caractéristiques (C/N, biodégradabilité) du produit organique apporté (source : Houot, 2015).....	8
Figure 4 : Les différentes phases du compostage caractérisées par les variations de température (d'après Mustin, 1987. Issu de thèse 2013 Oudart).....	13
Figure 5 : Démarche de segmentation de l'échantillon en sous-échantillons permise par le questionnaire	14
Figure 6 : Localisation géographique des arboriculteurs ayant répondu à l'enquête en ligne.....	19
Figure 7 : Répartition de l'échantillon en fonction de la surface totale de l'exploitation.....	19
Figure 8 : Répartition de l'échantillon en fonction de la surface en verger	20
Figure 9 : Proportion des espèces fruitières majoritaires chez les exploitants de l'échantillon.....	21
Figure 10 : Part de principaux types de MO employés avant plantation.....	21
Figure 11 : Part des MO utilisées pendant les années de production. En moyenne, les arboriculteurs de l'échantillon emploient deux types de MO différents.	22
Figure 12 : Plan factoriel du type de MO employé durant les années de production et de l'objectif 1er recherché (ACM)	23
Figure 13 : Proportion de chaque typologie parmi les enquêtés.....	23
Figure 14 : Part des exploitations certifiées "AB" parmi chaque typologie	24
Figure 15 : Part des espèces les plus représentées parmi les typologies.....	25
Figure 16 : Présence d'une (d') autre(s) activité(s) agricole(s) parmi les typologies.....	25
Figure 17 : Objectif recherché pour les arboriculteurs apportant de la MO pendant les années de production	26
Figure 18 : Comparaison des typologies concernant l' Intérêt porté sur l' utilisation de compost.....	28
Figure 19 : Comparaison des typologies concernant le niveau d'expertise de l' utilisation de compost	28
Figure 20 : Comparaison des typologies concernant le niveau d'expertise du processus de compostage	28
Figure 21 : Comparaison des avantages cités par la production de compost en fonction des typologies	29
Figure 22 : Comparaison des freins cités pour le compostage en fonction des typologies	30
Figure 23 : Comparaison des freins cités pour l'utilisation de compost en fonction des typologies....	30
Figure 24 : Freins cités pour la production de compost parmi les « faux producteurs » et les « vrais producteurs » de compost	31
Figure 25 : Type et proportion des déchets organiques générés par la présence d'au moins une autre activité arboricole.....	32
Figure 26 : Indicateur de fréquence de traitement (IFT) moyen selon les espèces en 2015 (source : Agreste – Enquête Pratiques culturelles en arboriculture 2015).....	54

Figure 27 : Les prélèvement d'éléments nutritifs en fonctions des espèces fruitières (source : Bertschinger et al. 2003)	54
Figure 28 : Carbone minéralisé (%C organique) pour différents engrais organiques (source : C. Raynal et Nicolardot 2006)	55
Figure 29 : Carbone minéralisé (%C organique) pour différents amendements organiques (source : (C. Raynal et Nicolardot 2006).....	55
Figure 30 : Azote minéralisé (%N organique) pour divers produits organiques (source (C. Raynal et Nicolardot 2006).....	55
Figure 31 : Détermination du taux d'humidité du tas de compost (méthode du poing), en prélevant à environ 30cm de profondeur (source : coatis.rita-dom.fr)	56
Figure 32 : Évolution de la température en fonction de la biodégradabilité des matières premières (Mustin, 1987)	56

Table des tableaux

Tableau 1 : Répartition des types de déchets organiques générés par les autres activités arboricoles pour chaque typologie	26
Tableau 2 : Proportion d'arboriculteurs composteurs en fonction du type de compostage	27
Tableau 3 : Répartition des types de déchets organiques générés par la pluriactivité des différents profils.....	33
Tableau 4 : Caractéristiques des exploitations des arboriculteurs pratiquants le compostage	34
Tableau 5 : Caractéristiques de matières premières employées pour le compostage	35
Tableau 6 : Quantité et période d'apport de compost (Prod)	40
Tableau 7 : Caractéristiques générales des utilisateurs de compost	40
Tableau 8 : Caractéristiques générales des apports de compost des profils Ut	41

Liste des abréviations

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

CIPAN : Culture Intermédiaire Piège A Nitrate

CIVAM : Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural

CTO : Composé Trace Organique

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

DO : Déchets Organiques

DV : Déchets Verts

ETM : Eléments Traces Métalliques

GAB : Groupement d'Agriculteurs Biologiques

MO : Matière Organique

PRO : Produit Résiduaire Organique

PO : Produit Organique

(Profil) **NiNi** : Ni utilisateur Ni producteur de compost

(Profil) **Prod** : Producteur de compost

(Profil) **Ut** : Utilisateur de compost

STEP (boues de) : Station d'Épuration

UERI : Unité Expérimentale Recherche Intégrée

Résumé

Les effets bénéfiques du compost vis-à-vis de l'amélioration de la qualité des sols et du stockage du carbone sont largement reconnus aujourd'hui. Cependant, il existe peu de données quant aux réalités de terrain relatives aux pratiques de production et d'utilisation de compost adoptées par les exploitants arboricoles, notamment concernant les déterminants de pratiques. Dans un contexte où les fertilisants organiques sont amenés à être de plus en plus employés, cette étude vise principalement à faire un état des lieux des pratiques d'utilisation et de production de compost chez les arboriculteurs. Le but est de caractériser les déterminants des pratiques mais aussi de jauger l'intérêt porté et d'identifier les freins perçus quant à ces pratiques. Les résultats révèlent un fort intérêt général pour l'utilisation de compost mais le principal frein rencontré est le manque de matériel adapté à l'épandage. Concernant la pratique du compostage, le manque de matériel ressort également de manière importante, en plus du manque de ressource compostable et du manque de temps. La pratique de compostage est principalement motivée par le souhait de tendre vers l'autonomie. Néanmoins, un manque de connaissance se fait ressentir pour l'ensemble de l'échantillon, même pour les producteurs de compost.

Mots clés : Compost – Vergers – Compostage – Arboriculture – Enquête

Abstract

The beneficial effects of compost in improving soil quality and carbon storage are now widely recognized. However, there is little data on the field realities of compost production and use practices adopted by tree growers, particularly with regard to the determinants of practices. In a context where organic fertilizers are being used more and more, this study mainly aims at reviewing compost use and production practices among arboriculturists. The goal is to characterize the determinants of the practices but also to gauge the interest shown and to identify the perceived obstacles to these practices. The results reveal a strong general interest in the use of compost but that the main obstacle encountered is the lack of suitable equipment for spreading in the field. Concerning the practice of composting, the lack of materials also stands out in an important way, in addition to the lack of compostable resources and the lack of time. The practice of composting is mainly motivated by the desire to move towards autonomy. Nevertheless, a lack of knowledge is felt by the whole sample, even by compost producers.

Keywords: Compost – Orchard – Composting – Arboriculture – Survey