

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 10/02/2025

**Avis**  
**de l'Agence nationale de sécurité sanitaire**  
**de l'alimentation, de l'environnement et du travail**  
**relatif à une « demande d'avis relatif à un projet de cahier des charges pour la**  
**production et la mise sur le marché des thés de compost et de lombricompost »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux, l'évaluation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des aliments et, en évaluant l'impact des produits réglementés, la protection de l'environnement.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du Code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 31 octobre 2023 par la Direction générale de l'Alimentation du Ministère chargé de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire pour la réalisation de l'expertise suivante : demande d'avis relatif à un projet de cahier des charges (CDC) pour la production et la mise sur le marché des thés de compost et de lombricompost (annexe 1).

## 1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

La demande du ministère concerne un projet de cahier des charges (désigné **CDC THES**) visant la mise sur le marché et l'utilisation en tant que matières fertilisantes d'extraits et thés de compost et de lombricompost et présenté en annexe 2, conformément aux dispositions du point 3 de l'article L. 255-5 du code rural et de la pêche maritime. Par ailleurs, l'article R. 255-29 du code rural et de la pêche maritime précise que le cahier des charges mentionné au point 3 de l'article L. 255-5 est approuvé par arrêté du ministre chargé de l'agriculture, après avis de l'Agence.

Conformément à cette réglementation, l'approbation d'un cahier des charges intervient à l'issue d'une évaluation, conduite par l'Anses, de l'innocuité et de l'efficacité des matières fertilisantes objets du cahier des charges. Les matières fertilisantes ainsi conformes à ce cahier des charges sont dispensées d'évaluation individuelle et donc de l'autorisation de mise sur le marché (AMM) prévu à l'article L.255-2 du code rural et de la pêche maritime.

Dans ce cadre, il est demandé à l'Agence de donner son avis sur le projet de CDC THES, les matières fertilisantes conformes à ce dernier devant présenter des niveaux de sécurité et d'efficacité suffisants pour justifier une autorisation de dispense d'évaluation individuelle préalable.

Une attention particulière est requise par rapport aux aspects suivants :

- **Question 1** : Les paramètres proposés pour les matières premières et les procédés de fabrication, qui doivent permettre d'obtenir des préparations suffisamment efficaces ;
- **Question 2** : Les paramètres retenus relatifs aux auto-contrôles, aux restrictions d'usages et aux délais avant récolte, qui doivent permettre d'assurer l'innocuité des préparations, notamment pour le consommateur des denrées produites sur les parcelles traitées ;
- **Question 3** : L'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels.

A l'appui de cette demande, le projet de CDC THES (annexe 2) ainsi qu'une synthèse bibliographique (annexe 3) préparée par RITTMO pour le compte de la DGAL et ayant servi de base à la rédaction du CDC THES ont été mis à disposition de l'Anses. Aucun autre document n'a été mis à disposition de l'Anses.

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Janvier 2024) ».

L'expertise a été conduite par les unités concernées de la Direction d'évaluation des produits réglementés (DEPR) en collaboration d'experts du Comité d'Experts Spécialisé « Matières Fertilisantes et Supports de Culture » (CES MFSC).

L'expertise s'est appuyée sur le contenu des documents soumis par le ministère chargé de l'agriculture (annexe 2 et annexe 3) ainsi que sur les résultats de la recherche bibliographique complémentaire réalisée par l'Anses (annexe 4).

Ce travail d'expertise comprend en annexe 5 une analyse des incertitudes conduite selon le document guide de l'Anses<sup>1</sup>.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Aucun conflit d'intérêts n'a été identifié par l'Agence dans le cadre de la présente saisine.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : <https://dpi.sante.gouv.fr/>.

***Après consultation et avec l'accord du Comité d'experts spécialisé "Matières fertilisantes et supports de culture", réuni le 21 novembre 2024, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail émet les conclusions, propositions et recommandations suivantes.***

## 3. ANALYSE DU PROJET DE CAHIER DES CHARGES (CDC THES) : COMMENTAIRES ET REPONSES AUX QUESTIONS DE LA SAISINE

Le projet de CDC THES transmis par le ministère (annexe 2) a été examiné et la synthèse des éléments scientifiques essentiels qui conduisent aux propositions et recommandations émises par l'Agence est présentée ci-dessous.

Le projet de CDC THES établit des critères de conformité applicables à la production et à la mise sur le marché d'extraits aqueux simples, de thés aérés ou non aérés (fermentés) de compost et de lombricompost (désignés comme **PRODUITS** ou **PREPARATIONS**). Plus précisément il définit les

<sup>1</sup> Anses 2024. Guide méthodologique pour l'analyse d'incertitude. ANSES/Guide/PG, version 1, 32 p.

matières premières autorisées, les procédés de fabrication et les conditions de mise sur le marché ou d'utilisation directe (autocontrôle de conformité, traçabilité, usages et conditions d'emploi) des matières fertilisantes visées par le cahier des charges.

Le projet de CDC THES distingue ainsi les **PRODUITS** préparés par un **FABRICANT** et destinés à être mis sur le marché ou à être cédés gracieusement à un tiers (les utilisateurs sont des particuliers ou des professionnels) (partie A) des **PREPARATIONS** préparées par un **PREPARATEUR-UTILISATEUR** (opérateur professionnel : producteur agricole ou autre) à partir de matières organiques issues de ses propres activités ou de compost/lombricompost déjà autorisés à la mise sur le marché et pour sa propre utilisation et qui ne font pas l'objet d'une cession à un tiers (partie B).

Cet avis décline dans un premier chapitre (**chapitre I**) les commentaires généraux sur le CDC THES, intégrant les éléments de réponses à la question 2 de la saisine. Les éléments de réponse aux questions 1 et 3 sont respectivement développés aux **chapitres II et III**.

## CHAPITRE I : CAHIER DES CHARGES : COMMENTAIRES GENERAUX

### Avant-propos :

Seuls les chapitres et les titres du projet de CDC THES faisant l'objet de commentaires figurent ci-dessous. Pour un aperçu complet du CDC THES se reporter à l'annexe 2 du présent avis.

Afin d'éviter toute confusion, il conviendra d'harmoniser la rédaction du **CDC THES**, afin de veiller à réserver l'utilisation des termes **PRODUITS** et **FABRICANT** à la partie A et l'utilisation des termes **PREPARATIONS** et **PREPARATEUR-UTILISATEUR** à la partie B.

## I. DÉFINITIONS

En accord avec la synthèse bibliographique proposée par RITMO il conviendrait de mieux définir les extraits et thés objets du cahier des charges rapportés ci-dessous :

### 1. Extraits de compost ou de lombricompost:

Les extraits de compost (**EC**) ou de lombricompost (**ELC**) sont obtenus de façon volontaire par le mélange de compost ou de lombricompost avec de l'eau, dans des conditions contrôlées par le producteur. Les extraits de compost ou de lombricompost peuvent également être obtenus en faisant couler de l'eau à une pression importante à travers le compost/lombricompost (percolation). Les extraits de compost ou de lombricompost ne sont pas fermentés, ni brassés et sont produits sur des périodes très courtes (quelques heures). Les extraits sont réalisés à partir d'un compost considéré comme mature avec une durée de production maximum de 8h.

### 2. Thés de composts ou de lombricompost :

Les thés de compost ou de lombricompost sont des extraits de compost ou lombricompost matures qui subissent :

- une aération active (thés de compost aérés (**TCO**) ou thés de lombricompost aérés (**TLCO**)).
- une fermentation passive non aérée. L'extrait de compost n'est pas aéré, ou ne reçoit qu'une aération minimale seulement au stade du mélange initial du processus de fermentation (thés de compost non aérés (**TCNO**) et thés de lombricompost non aérés (**TLCNO**)).

Les définitions des thés de compost et de lombricompost ci-dessus pourraient être complétées par la durée globale des procédés de fabrication : pour les TCO et TLCO durée de préparation comprise entre 18 et 72 heures. Pour les TCNO et TLCNO, la durée de préparation n'excède généralement pas 4 semaines.

A noter que les EC, ELC, TCO, TLCO, TCNO et TLCNO seront différents en fonction des différents paramètres de fabrication précisés tableau 1 et 2 du CDC THES.

Les composts et lombricomposts pourraient également être ajoutés aux définitions.

## II. CHAMP D'APPLICATION

Ajouter le cas échéant la réglementation dite du « socle commun d'innocuité » aux références réglementaires.

### PARTIE A :

#### 1. Matières premières autorisées pour les PRODUITS destinés à la mise sur le marché

##### 1.1 Eau

Le CDC THES précise que seule l'eau définie comme devant être de qualité « *eau destinée à la consommation humaine* » peut être utilisée pour fabriquer les PRODUITS.

Il est identifié un intérêt à ce que soit examinée la possibilité d'utiliser les eaux de pluie en conformité avec les réglementations en vigueur (notamment le décret n° 2023-835 du 29<sup>2</sup>) comme matière première entrant dans le procédé de fabrication des PRODUITS.

##### 1.2 Composts autorisés

Il conviendrait afin de faciliter la lecture de ce paragraphe de préciser plus explicitement les composts exclus des composts autorisés notamment pour ceux conformes au règlement (UE) n°2019/1009<sup>3</sup> (PFC 3.A/CMC3) ou à la norme NFU 44-051 (Amendements organiques - Dénominations, spécifications et marquage). Plus spécifiquement en ce qui concerne les composts issus des usines de Tri-Mécano-Biologique (TMB) ou encore issus des boues de STEP.

##### 1.3 Lombricomposts autorisés

La rédaction de cette partie prête à confusion.

Les points A1.3.1 i), ii), iii) et iv) précisent « *des conditions d'utilisation du lombricompost* » : matières premières pouvant entrer dans la fabrication du lombricompost et procédé de lombricompostage. Il s'agit plutôt de « *Conditions applicables à la production de lombricompost* » (idem point B 1.3.1).

Puis le paragraphe A1.3.2 souligne que les lombricomposts autorisés comme matière première pour la production des PRODUITS sont limités aux lombricomposts disposant d'une AMM et aux lombricomposts conformes à la norme NF U44-051 (à l'exclusion des lombricomposts obtenus à partir d'intrants non éligibles à la sortie du statut de déchets).

Il conviendrait, sur le modèle de la rédaction proposée pour la Partie B 1.3 du projet de CDC THES de revoir la rédaction du point A.1.3 afin de clarifier le lien entre les paragraphes A1.3.1 et A1.3.2, en précisant par exemple que seuls les lombricomposts produits conformément au point A.1.3.1 et disposant d'une AMM ou conformes à la norme NF U 44-051 peuvent être considérés comme des matières premières pour la fabrication des PRODUITS.

Point 1 iii) et iv) : pour plus de clarté, ces deux points pourraient être remplacés par un seul point et complétés comme pour le point B 1.3 par une durée minimale (12 mois) pour les systèmes hors conteneurs intérieurs, de type andain :

« *Le procédé de compostage doit être réalisé jusqu'à disparition visuelle complète des éléments qui ont été lombricompostés (c'est-à-dire que les matières organiques traitées, par exemple des pailles, ne doivent plus être reconnaissables à l'œil nu). La durée de lombricompostage doit être d'au moins 12 mois pour les andains extérieurs ou d'au moins 3 mois pour les systèmes de conteneurs intérieurs.* ».

<sup>2</sup> Décret n° 2023-835 du 29 août 2023 relatif aux usages et aux conditions d'utilisation des eaux de pluie et des eaux usées traitées.

<sup>3</sup> Règlement (UE) 2019/1009 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE, modifiant les règlements (CE) no 1069/2009 et (CE) no 1107/2009 et abrogeant le règlement (CE) no 2003/2003.

Enfin comme pour les composts, il conviendrait afin, de faciliter la lecture de ce paragraphe, de préciser plus explicitement les lombricomposts exclus de la norme NFU 44-051 : notamment les lombricomposts issus des ordures ménagères résiduelles (OMR).

#### 1.4 Additifs

La synthèse bibliographique de RITTMO indique que l'activité microbienne, dans les TCO notamment, peut être augmentée grâce à l'ajout de différentes matières (mélasse, acides humiques, sucres, varechs...) ou d'inoculum microbiens. Cette synthèse souligne toutefois qu'il existe une certaine incertitude par rapport à l'intérêt ou aux effets de l'apport de tels additifs, notamment par rapport à l'augmentation ou non des populations de pathogènes humains, y compris *Salmonella* sp. et *E. coli* O157: H7 (risques liés notamment au portage sain des bovins de ces bactéries, avec risque de reprise de croissance lors de l'ajout d'additifs dans le procédé de fabrication des PRODUITS). Plusieurs études montrent par exemple que la mélasse ou le varech employés comme additifs pour la fabrication de thé de compost favorisent la croissance de ces pathogènes humains. Les éléments nutritifs apportés sous forme d'additif favorisent indifféremment la croissance des micro-organismes « d'intérêt » et des micro-organismes pathogènes.

Aucun résultat d'analyses de micro-organismes pathogènes réalisés sur des PRODUITS fins susceptibles de contenir de tels additifs n'a été soumis dans le cadre de cette saisine. Sans ces analyses il n'est pas considéré possible de finaliser l'évaluation des risques en lien avec le risque de développement de pathogènes lié à l'ajout de ces additifs.

En ce qui concerne les TCO et les TCNO par exemple, l'ajout de tels additifs ne semble, selon la bibliographie présentée par RITTMO, pas réellement justifié.

Par ailleurs, la pertinence/l'utilité d'ajouter dans le procédé de fabrication les additifs autres que la mélasse, les acides humiques, les sucres, les varechs..., cités dans le CDC THES: produits sous AMM (A 1.4.2), additif agronomique au sens de la norme NF U 44-204 (A 1.4.3), biostimulants (A.1.4.4), ou encore les SNUB (A 1.4.5) n'est pas justifié par rapport à la stimulation de la croissance microbienne et à la pratique. Il conviendrait donc de les retirer de la liste des additifs autorisés.

En conséquence, la pertinence d'ajouter des additifs au cours du procédé de fabrication n'apparaît globalement pas justifiée au regard des données bibliographiques, voire pour certains déconseillée par rapport à l'innocuité des PRODUITS. Si toutefois l'ajout de certains additifs est conservé dans le CDC THE (comme le varech, l'hydrolysate de poisson ou encore la mélasse et les acides humiques), et en l'absence d'analyses de micro-organismes pathogènes dans le PRODUIT et d'informations permettant d'évaluer l'innocuité des micro-organismes composant les PRODUITS, des mesures de gestion sont considérées nécessaires et doivent être appliquées (par exemple « *Ne pas appliquer le produit sur les cultures dont les parties consommables peuvent entrer en contact avec le sol ou Ne pas appliquer après apparition des parties consommables.* »

## **2. PROCÉDÉ DE FABRICATION**

### 2.1 Stockage des matières premières, contenants de fabrication et conditions de stockage

Il conviendrait de clarifier ce qui est entendu comme matières premières dans le cadre de ce CDC THES afin de distinguer les matières premières entrant dans la fabrication des composts et des lombricomposts d'une part et les matières premières entrant dans le procédé de fabrication des PRODUITS d'autre part.

En ce qui concerne le stockage des PRODUITS fabriqués (A 2.1.3), il est proposé, sans obligation, des méthodes de stabilisation visant à préserver leurs propriétés jusqu'à leur utilisation et d'assurer leur distribution en conformité avec la réglementation (limitation des contaminations potentielles par des agents pathogènes notamment). Il conviendrait de préciser la réglementation visée.

Parmi ces méthodes, sont citées, en plus des méthodes physiques, l'ultra-filtration, la pasteurisation, la stérilisation ou encore le traitement à haute température. Ces traitements pourraient avoir un impact sur les populations microbiennes « bénéfiques » présentes dans les PRODUITS. Quel serait notamment l'intérêt des PRODUITS dans lesquels les micro-organismes, censés apporter une partie des effets bénéfiques (biostimulation et/ou action de biocontrôle), auraient été désactivés par ces traitements ?

Pour les TCO et TLCO, le rôle de l'aération est de favoriser la croissance microbienne donc d'obtenir des caractéristiques particulières aux PRODUITS. Si, suite au procédé de fabrication une pasteurisation, une stérilisation ou encore un traitement à haute température est appliqué, la biomasse microbienne sera très fortement diminuée, et les propriétés initiales des PRODUITS seront donc modifiées. Aucune donnée bibliographique n'est produite dans le rapport de synthèse de RITTMO pour démontrer que les PRODUITS gardent les mêmes propriétés après une stabilisation.

Il est également précisé que les FABRICANTS doivent définir une date de péremption ou de durabilité minimale à compter de la date de fabrication, tenant compte du procédé de stabilisation appliqué. Toutefois aucun critère permettant de définir cette date ou durabilité minimale n'est proposé dans le CDC THES. Il conviendrait que les critères/analyses permettant d'établir une telle date ou durabilité minimale soient clairement explicités : critère d'innocuité (teneurs en micro-organismes pathogènes ...), critères de qualité agronomique (teneurs en micro-organismes totaux, teneurs en éléments minéraux).

Par ailleurs, les tableaux 1 et 2 indiquent que si le PRODUIT ne fait pas l'objet d'une étape de stabilisation, le délai avant utilisation est de 8 heures après production : quid de la faisabilité pour un PRODUIT qui sera mis sur le marché ?

Il conviendrait donc de justifier l'étape de stabilisation proposée, notamment par rapport aux propriétés agronomiques des PRODUITS, et de proposer des critères permettant de définir une date de péremption ou de durabilité minimale à compter de la date de fabrication du PRODUIT stabilisé.

## 2.2 Fabrication du PRODUIT

Cette partie du projet de CDC THES précise sous forme de tableaux les paramètres de conformité pour les procédés de fabrication des extraits et thés de compost (tableau 1) et les paramètres de conformité pour les procédés de fabrication des extraits et thés de lombricompost (tableau 2). Cette partie introduit également la fiche de fabrication ainsi que la possibilité et les techniques permettant de concentrer les PRODUITS afin de réduire leur teneur en eau. En ce qui concerne la possibilité de concentrer, cette étape pourrait être regroupée avec la stabilisation proposée dans le paragraphe 2.1.3.

### En ce qui concerne les tableaux 1 et 2 (point A 2.2) du projet de CDC THES :

- Ajouter des exemples de techniques possibles de mise en œuvre lors de la fabrication des différents PRODUITS (suspension dans des sacs, en vrac, utilisation d'auges, de paniers...).
- Préciser qu'une filtration est nécessaire à la fin des différents procédés afin d'éviter le colmatage des appareils de pulvérisation. Préciser également la taille des mailles de filtration.
- Préciser si l'unité du ratio de mélange mentionnée en colonne 1 est exprimée « en masse ou en volume », ce qui est très différent (la masse volumique du compost n'est pas de 1 mais plutôt de 0,4-0,5 kg/L).
- Le ratio compost ou lombricompost/eau précisé dans les tableaux 1 et 2 varie de 1/1 à 1/100. Or dans la synthèse bibliographique de RITTMO, ces ratios sont plus restreints et semblent dépendre du procédé utilisé (aérobie ou anaérobie) et des effets attendus. Globalement, il peut être supposé que plus le ratio est faible, plus la concentration en éléments solubles (C, N, P, K, ...) sera élevée. En pratique, il semble peu probable qu'un extrait ou un thé de compost et de lombricompost soit préparé avec un ratio de 1/100 (beaucoup trop « dilué »), ni qu'un thé de compost aéré (TCO) soit préparé selon un ratio de 1/1 qui rendrait très difficile une aération efficace et qui réduirait l'efficacité de l'extraction. La pertinence de l'ajout d'un certain volume d'eau au cours du procédé de fabrication, pour concentrer le PRODUIT lors d'une étape ultérieure est questionnable au regard d'une utilisation raisonnée des ressources.
- En ce qui concerne l'aération se reporter aux commentaires en page 19 point c du présent avis.
- En ce qui concerne la production des thés de composts ou de lombricomposts non aérés (TCNO ou TLCNO), il conviendrait de préciser ce qui est entendu par « agitation occasionnelle » (1 fois / jour, 2 fois / jour, 1 fois / 2 jours...).
- La durée des procédés de fabrication des PRODUITS semble très liée à l'efficacité attendue de ces derniers et à la technique employée. Ainsi le temps de traitement minimum pour les TCO de 2 heures

proposé dans le cahier des charges ne semble pas cohérent par rapport aux données bibliographiques et aux objectifs de croissance des micro-organismes dans le PRODUIT, qui semblent plutôt indiquer un temps d'infusion optimal de 18 à 72 heures (activité/croissance maximale de la population microbienne). Idem pour les TCNO pour lesquels le temps minimal de traitement retrouvé dans la littérature semble en moyenne plus long (7 à 15 jours) par rapport à celui proposé dans le CDC THES (4 jours). Il conviendrait de mettre en cohérence ces durées d'infusion.

- Les modalités/taux d'incorporation des additifs au cours du procédé de fabrication ne sont pas détaillées.
- Le délai avant utilisation après production et sans stabilisation de 8 heures proposé dans le CDC THES pour les EC, ELC, TCO et TLCO ne semble pas compatible/réaliste en vue d'une mise sur le marché des PRODUITS. Seuls des PRODUITS ayant subi une stabilisation après fabrication pourraient donc être mis sur le marché (cf. également commentaires ci-dessus concernant le stockage et la stabilisation des PRODUITS). En ce qui concerne les TLCNO et TCNO, un délai avant utilisation après production doit être précisé.
- Préciser si la température est celle du milieu extérieur ou celle du procédé de fabrication.
- Il conviendrait, comme préconisé, en partie B du CDC THE de conseiller une aération de l'eau issue du réseau de distribution avant son utilisation pour la fabrication du PRODUIT afin qu'une grande partie du chlore résiduel puisse s'évaporer.
- Il conviendrait également d'harmoniser le (1) précisé en bas des tableaux 1 et 2 afin d'ajouter la concentration à la stabilisation pour le (1) du tableau 1.

### **3. AUTOCONTRÔLE - GESTION DE LA CONFORMITÉ DES PRODUITS AU CAHIER DES CHARGES**

#### **1. Critères d'innocuité**

Cette partie propose des teneurs maximales en éléments traces métalliques (ETM), composés traces organiques (CTO) et impuretés (Tableau 3) ainsi que des teneurs maximales en micro-organismes pathogènes (tableau 4) à respecter pour les PRODUITS.

#### **Commentaires tableau 3**

En ce qui concerne les teneurs proposées en ETM, CTO et impuretés (tableau 3), il conviendrait d'harmoniser les teneurs proposées dans le cadre du CDC THES avec celles retenues dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité »<sup>4</sup> et en prenant en compte les commentaires ci-dessous. On note également des seuils définis dans le règlement (UE) 2019/1009.

La quasi-totalité des teneurs maximales proposées dans le tableau 3 du projet de CDC THES sont identiques à celles proposées dans le cadre de l'arrêté du 1<sup>er</sup> avril 2020, du règlement UE 2019/1009 (PFC 6 biostimulants des végétaux) ou encore du projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » (catégorie A1 biostimulants). Des différences sont toutefois relevées :

En ce qui concerne le chrome et le chrome VI, il est précisé en note 1) sous le tableau 3 du projet de CDC THES que « *l'analyse du Cr VI est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale du Cr total est respectée* ». Il conviendrait que la teneur maximale en chrome VI soit toujours respectée (idem proposition de la réglementation dite « socle commun d'innocuité » ou proposée dans le cadre de l'arrêté du 1<sup>er</sup> avril 2020).

En ce qui concerne l'arsenic, il est précisé en note 2) sous le tableau 3 du projet de CDC THES que « *l'analyse de l'As inorganique est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale de l'As total est respectée* ». Cette phrase ne semble pas avoir de sens elle pourrait être supprimée ou les teneurs maximales en As inorganique et total inversées : As total 40 ppm/MS et As inorganique 18 ppm/MS.

<sup>4</sup> Anses. (2021). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la « demande d'avis sur un projet de décret relatif aux critères de qualité agronomique et d'innocuité des matières fertilisantes et des supports de culture (MFSC) conformément à l'article L. 255-9-1 du code rural et de la pêche maritime (CRPM) ». Saisine 2020-SA-0146. Maisons-Alfort : Anses, 108 p.

En ce qui concerne les dioxines, le tableau 3 mentionne « analyses obligatoires sans valeur seuil » et la note 4) sous le tableau 3 précise que « L'analyse des polychloro-dibenzo dioxines et furanes est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif ». Une teneur maximale à respecter pour les dioxines doit donc être définie et proposée dans le tableau 3.

En ce qui concerne le cadmium, une teneur de 1,5 ppm/MS est proposée dans le cadre du CDC THES (idem à la teneur proposée dans le cadre de la réglementation dite « socle commun d'innocuité »), des données sont disponibles dans la note de synthèse de l'expertise collective de l'Anses relative à « l'exposition au cadmium - question 3 de la saisine 2015-SA-0140<sup>5</sup> : propositions de niveaux en cadmium dans les matières fertilisantes permettant de maîtriser la pollution des sols agricoles et la contamination des productions végétales ».

Aussi, sur la base des résultats de l'évaluation des risques réalisée dans le cadre de question 3 de la saisine 2015-SA-0140, il conviendrait de réduire **la teneur limite proposée pour le cadmium (1.5 mg/kg de matière sèche) à 1 mg/kg de matière sèche.**

Dans le cadre du CDC THES, des critères sont proposés pour les inertes et impuretés. Les valeurs maximales proposées correspondent aux seuils définis dans le projet de règlement socle commun d'innocuité, qui sont issus du règlement UE 2019/1009. Ce dernier prévoit une évolution des seuils pour les impuretés de plus de 2 mm, en passant d'une concentration de 3 g/kg à 2,5 g/kg en 2026. Ce point est à mettre en cohérence dans la proposition de CDC THES. La fixation de valeurs maximales en inertes et impuretés est pertinente au regard de la nature des matières premières autorisées pour produire les composts ou les lombricomposts.

A noter que le cahier des charges ne prévoit aucun flux par apport ou annuel en ETM ou CTO lié à l'utilisation de ces PRODUITS. L'établissement de flux maximum annuels en ETM et CTO apportés par les PRODUITS a pour but de limiter leur accumulation dans les sols sous des formes éventuellement solubles et/ou biodisponibles. Il conviendrait de clarifier ce point par cohérence avec le projet de réglementation dit « socle commun d'innocuité » qui prévoit pour les catégories A1 et A2 de tels flux.

En ce qui concerne le Cd, il conviendrait de limiter le flux annuel d'apport en cadmium à 2 g Cd/ha/an (saisine 2015-SA-0140).

**Globalement en ce qui concerne les teneurs maximales proposées pour ETM, CTO et impuretés dans le tableau 3 du projet de CDC THES, une cohérence devra être apportée en ce qui concerne les teneurs proposées pour les ETM, CTO et impuretés dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » et en prenant en compte les commentaires ci-dessus.**

A noter toutefois que l'ensemble des substances contenues dans les matières premières, notamment des contaminants organiques persistants (PFASs...) pouvant entrer dans la composition des PRODUITS n'est pas connu de manière exhaustive. Par ailleurs, on assiste en Europe, depuis le début des années 2000, à l'émergence d'isolats cliniques et environnementaux d'*Aspergillus fumigatus* résistants aux azolés, remettant en cause la place centrale des azolés dans la prise en charge thérapeutique des aspergilloses. Cette résistance a deux origines : thérapeutique liée à l'utilisation de triazolés et environnementale associée à l'usage phytopharmaceutique ou biocide de fongicides azolés. Dans ce dernier cas, le rôle majeur des composts réalisés à partir de déchets organiques contaminés par des produits azolés a été établi. Une expertise impliquant plusieurs agences européennes d'évaluation pilotée par l'EFSA est en cours sur ce sujet. Les résultats de cette expertise devront être pris en compte. En conséquence, il n'est donc pas possible d'identifier l'intégralité des dangers.

---

<sup>5</sup> Saisine 2015-SA-0140 : Exposition au cadmium – Propositions de valeurs toxicologiques de référence par ingestion, de valeurs sanitaires repères dans les milieux biologiques (sang, urines, ...) et de niveaux en cadmium dans les matières fertilisantes et supports de culture permettant de maîtriser la pollution des sols agricoles et la contamination des productions végétales.



#### **Commentaires tableau 4**

En ce qui concerne les teneurs en micro-organismes proposées dans le cadre du CDC THES (tableau 4), elles sont identiques à celles proposées dans le cadre du projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » pour la catégorie A1 biostimulants microbiens et dans le cadre de la réglementation européen (règlement UE 2019/1009 pour les PFC 6.A: Biostimulant microbien des végétaux). Seule différence, l'ajout en plus d'une analyse des œufs d'helminthes viables dans le CDC THES. A noter qu'aucune analyse des *Clostridium*s n'est requise dans le CDC THES.

A noter également qu'en ce qui concerne le dénombrement des germes anaérobies et des levures et moisissures, il est fait référence dans le projet de CDC THES, sous forme de note (1) de bas de tableau, à une exemption d'analyse pour les PRODUITS qui seraient conformes au cahier des charges « biostimulant ». La référence à ce cahier des charges « biostimulant » doit être précisée.

La forme du tableau 4 n'est pas adaptée ici avec n, m, M et C, sachant que les valeurs de m et M sont systématiquement identiques. Il semblerait plus judicieux d'adopter une présentation du tableau selon une forme identique à celle proposée dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » ou le règlement UE 2019/1009 (n, c, limite, avec n le nombre d'échantillons à tester et c le nombre d'échantillons pouvant présenter des valeurs supérieures à la limite).

Il est par ailleurs important de noter que certaines limites doivent être prises en compte en ce qui concerne les analyses d'*Escherichia coli* et d'*Enterococcaceae*. La méthode d'analyse de *E. coli* est validée alors que la méthode actuelle de dénombrement des entérocoques (méthode NPP ISO 7899-1:1998) présente des incertitudes (Cf annexe 5). Une comparaison de méthodes d'analyse des entérocoques a été réalisée le cadre du projet PATHOGAZ<sup>6</sup> afin d'optimiser le dénombrement de ces bactéries dans les matières fertilisantes. Les résultats de ces travaux montrent notamment que la méthode NPP ISO 7899-1:1998, initialement destinée à l'analyse des eaux de baignade, n'est pas adaptée pour l'analyse des entérocoques dans les matrices organiques complexes.

En ce qui concerne le paramètre « entérocoques », il est important de prendre en compte que le genre *Enterococcus* regroupe de nombreuses espèces dont certaines sont d'origine intestinale et d'autres d'origine environnementale. Il est difficile de trouver un milieu de culture sélectif adapté à l'analyse de matrices complexes telles que les matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFOR).

Par ailleurs les critères d'innocuité définis dans la réglementation européenne (identiques à ceux retenus dans le projet de réglementation socle commun) pour les biostimulants non microbiens (soit recherche uniquement de *E. coli* ou entérocoques et de *Salmonella*) sont considérés suffisants. L'analyse des PRODUITS pourrait se limiter à ces paramètres microbiologiques.

Aucun test écotoxicologique n'est proposé dans le cadre du projet de CDC THES. Des tests sont proposés dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » et les commentaires de l'Agence relatifs à ce projet de réglementation<sup>7</sup> restent applicables, notamment pour les tests relatifs aux vers de terre et aux plantes terrestres.

Il conviendrait par ailleurs de préciser les normes des méthodes d'analyse à utiliser pour réaliser les analyses. Les méthodes d'analyses nécessaires à la réalisation des contrôles doivent être fiables et reproductibles.

#### **2. Fréquence des analyses**

Les analyses prévues pour les PRODUITS par le CDC THES (tableaux 3 et 4) sont à réaliser par lot de production. La fréquence des analyses est fixée au minimum à 4 analyses représentatives par an. Le CDC THES précise également que si, pour un même lot de production les résultats des 4 dernières analyses requises au tableau 3 pour un paramètre sont inférieures à 10%, 1 seule analyse par an pourra être réalisée pour ce paramètre sur maximum 36 mois.

<sup>6</sup> ADEME, Pourcher A.M., Druilhe Céline, Lebreton Megane, Michel-Leroux Sophie, Ziebal Christine, Denis Martine, Houry Baptiste. 2023. PathoGaz. Rapport final. 41 pages (<https://bibliothèque.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6315-pathogaz-denombrement-des-enterocoques-dans-les-mafors.html>)

<sup>7</sup> Avis de l'Anses du 28 janvier 2021 - saisine n° 2020-SA-0146

La fréquence des analyses à réaliser par lot de production pourrait être simplifiée et alignée sur celle proposée pour les catégories A1 et A2 dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité ».

En ce qui concerne la définition d'un lot, au premier tiret, il conviendrait de mentionner « fournisseur du compost ou du lombricompost ».

## **5 USAGES ET CONDITIONS D'EMPLOI**

Il conviendrait d'ajouter la mention « **Aucune mention relative à un effet phytopharmaceutique ne devrait être faite sur le produit** ».

Il conviendrait, pour la bonne information de l'utilisateur et une meilleure utilisation agronomique des PRODUITS, de compléter la partie conditions d'emploi par le marquage obligatoire de paramètres agronomiques telles que les teneurs en éléments minéraux (N, P, K...).

En ce qui concerne le tableau 5 : il conviendrait de préciser les modalités d'apports pertinents selon les cultures (ex : quid de la pertinence du trempage de semences pour les prairies ou sylviculture ?).

En ce qui concerne le délai d'apport avant récolte (DAR) de 7 jours proposé dans le CDC THES, aucune donnée n'a été soumise permettant de valider ce DAR. A noter par ailleurs que le délai de 21 jours avant la mise en pâture ou avant récolte proposé pour les prairies visées à l'article 11 du règlement (CE) n° 1069/2009 pourrait ne concerner que les thés ou extraits issus de composts ou de lombricomposts contenant des sous-produits animaux (effluents d'élevages, déchets de cuisine et de table ...).

L'absence d'information disponible dans la revue de la littérature sur l'innocuité des TCO et TCLO, l'absence de critères spécifiques à respecter pour certains contaminants<sup>8</sup>, une présence potentielle de bactéries pathogènes conduit à identifier des incertitudes quant à la diversité des contaminants chimiques et des pathogènes pouvant potentiellement être présents dans les matières premières ou les extraits/thés (annexe 5 question 2). Afin de limiter les risques pour le consommateur et l'opérateur, des mesures de gestions sont nécessaires pour certains usages notamment lorsque le produit est appliqué sur ou en présence des parties consommables.

Ainsi, pour les cultures alimentaires dont les parties consommables seraient susceptibles d'entrer en contact avec les PRODUITS, les mesures de gestion suivantes sont proposées :

- **Ne pas appliquer le produit sur les cultures dont les parties consommables peuvent entrer en contact avec le sol.**
- **Ne pas appliquer après apparition des parties consommables.**

En ce qui concerne la protection des utilisateurs, compte tenu de la présence de micro-organismes dans les PRODUITS, il conviendrait de recommander les mesures de gestion suivantes :

- **port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement.**
- **ne pas utiliser par les personnes fortement immunodéprimées ou suivant un traitement immunosuppresseur.**
- **indiquer sur l'étiquette la mention « Contient des micro-organismes. Les micro-organismes peuvent provoquer des réactions de sensibilisation ».**

---

<sup>8</sup> Notamment les PFAS, les résidus de médicaments, les dioxines.

## ANNEXE I : Fiche d'enregistrement d'un produit destiné à une mise en marché

Remarques par rapport à cette annexe :

Point 1	Quelle référence « réglementaire » s'il s'agit d'un thé de lombricompost respectant le A.1.3.1 ?
Point 4	Il conviendrait d'ajouter également la date de fabrication à la suite de l'identification du lot
Point 6	Il conviendrait d'harmoniser l'unité du ratio compost/eau avec celle proposée dans les tableaux 1 et 2
Point 10	Il conviendrait de préciser la signification de « <i>type d'action exercée par le produit</i> » : mode d'action ou effets ?
Points 12 et 13	<p>Il conviendrait de développer ces points (indication de la nature des risques particuliers pour l'homme, les animaux ou l'environnement et précautions à prendre pour la protection de l'homme, des animaux ou de l'environnement). Aucune évaluation des risques n'a été soumise ou présentée dans la synthèse bibliographique notamment ne ce qui concerne l'environnement.</p> <p>Par ailleurs quelle évaluation des risques va être réalisée pour la partie toxicologie des PRODUITS ? Une proposition de classification toxicologique ? Une estimation de l'exposition ? Quelle méthodologie sera utilisée ? Il conviendra également d'apporter des informations toxicologiques sur les additifs et/ou matières premières en plus de celles sur le thé de compost/ de lombricompost utilisé.</p>
Point 15	Quid des EC, ELC, TCO et TLCO sans stabilisation/concentration avec un délai avant utilisation de 8h ?
Autres remarques	Préciser également si des additifs ou des méthodes de stabilisation/ concentration éventuelles ont été utilisés et si oui, lesquels.

## **PARTIE B :**

La partie B du CDC THES traite des PREPARATIONS préparées par un opérateur professionnel (producteur agricole ou autre) à partir de matières organiques issus de ses propres activités ou de compost/lombricompost déjà autorisés à la mise sur le marché et pour sa propre utilisation et qui ne font pas l'objet d'une cession à un tiers. Il est dénommé PRÉPARATEUR-UTILISATEUR.

Il est précisé également que « *Le « préparateur-utilisateur » se conforme aux exigences prévues en partie A et relatives aux matières premières* ». Quid, dans ce cas, de l'utilité des parties B.1.1, B.1.2, B.1.3 et B.1.4? Il conviendrait de supprimer cette phrase.

### **1. MATIÈRES PREMIÈRES AUTORISÉES**

Le projet de CDC THES définit une liste de matières premières pouvant être utilisées pour la fabrication des PREPARATIONS.

#### **1.1 Eau**

Idem commentaires PARTIE A.

#### **1.2 Composts autorisés**

En ce qui concerne le point 1, relatif aux composts produits par le PRÉPARATEUR-UTILISATEUR, il est précisé que sont autorisés comme matières premières « *Les composts produits par le préparateur-utilisateur uniquement à partir des matières premières autorisées par la norme NF U 44-051, à l'exception des déchets fermentescibles en mélange* ». Seuls les déchets fermentescibles en mélange sont exclus des matières premières autorisées. Les composts d'effluents sont donc *a priori* autorisés.

Les couples temps/température proposés (65°C pendant 3 jours ou 60°C pendant 7 jours ou 55°C pendant 14 jours) sont ceux proposés dans l'arrêté du 9 avril 2018<sup>9</sup>. A noter que ces couples ne sont pas totalement cohérents avec ceux proposés dans le règlement (UE) n°2019/1009 pour les composts (CMC 3) : 70 °C ou plus pendant au moins 3 jours, 65 °C ou plus pendant au moins 5 jours, 60 °C ou plus pendant au moins 7 jours, ou 55 °C ou plus pendant au moins 14 jours.

Il conviendrait donc par cohérence d'harmoniser les couples temps/température proposés pour la fabrication des composts produits par le PRÉPARATEUR-UTILISATEUR sur la base des couples proposés dans le règlement (UE) n°2019/1009 pour les composts (CMC 3).

#### **1.3 Lombricomposts**

Cf commentaires PARTIE A. Il conviendrait d'harmoniser la rédaction des paragraphes A 1.3 et B 1.3 sur la base de la rédaction proposée pour la partie B 1.3.

Point B 1.3.1 iii), première partie « *Le procédé de lombricompostage .... vers de terre.* » à supprimer car identique au ii).

#### **1.4 Additifs**

Cf commentaires PARTIE A.

### **2. PROCÉDÉ DE FABRICATION**

#### **2.1 Le stockage des matières premières et des produits finis**

En ce qui concerne la partie stockage des préparations (B 2.1.3), à la différence du stockage des PRODUITS (Partie A), aucune méthode de stabilisation pour les préparations n'est proposée. Les préparations doivent être utilisées préférentiellement dans la journée (les tableaux 6 et 7 définissent

<sup>9</sup> Arrêté du 9 avril 2018 fixant les dispositions techniques nationales relatives à l'utilisation de sous-produits animaux et de produits qui en sont dérivés, dans une usine de production de biogaz, une usine de compostage ou en « compostage de proximité », et à l'utilisation du lisier.

après production des PREPARATIONS un délai avant utilisation de 8 heures pour les EC et TCO, aucun délai n'est défini pour les TCNO) et avec un délai maximal de 7 jours à condition de garantir une oxygénation suffisante pour les TCO et les TLCO. Il conviendrait de définir ce que signifie aération suffisante et de justifier le délai de 7 jours proposé.

Par ailleurs il est rappelé que, selon la synthèse bibliographique de RITTMO, les conditions de stockage peuvent affecter les propriétés des PREPARATIONS en impactant les communautés microbiennes et la composition biochimique. Il est cependant recommandé d'utiliser les thés de composts dès la fin de la production afin d'éviter les recontaminations éventuelles.

A noter également qu'il conviendrait de supprimer « jusqu'à sa mise sur le marché » dans le paragraphe « Pour prévenir tout risque de contamination (...- ) des agents pathogènes et autres contaminants » la PREPARATION n'étant pas destinée à être mise sur le marché.

## 2.2 Fabrication des PREPARATIONS

Cf commentaires PARTIE A.

Typographie : Il conviendrait de préciser pour la ligne Matières premières des tableaux 6 et 7 « *Matières premières autorisées par les parties B.1.1, B.1.2 et B.1.4* ». Idem pour la ligne « additif », préciser **B.1.4**.

Typographie : en dessous du tableau 7 remplacer le 1. par 3. « *Le préparateur-utilisateur (...) des services compétents* ».

Il conviendrait d'harmoniser le délai d'utilisation après production proposé dans les tableaux 6 et 7 de 8 jours pour les TCO et TLCO avec le délai maximal de 7 jours proposé au point B 2.1.3.

## 3. AUTOCONTRÔLE / GESTION DE LA CONFORMITÉ DES PRODUITS

Typographie : remplacer dans le titre « PRODUITS » par « PREPARATIONS ».

### 1. Critères d'innocuité

Tableau 8 : Seules des teneurs maximales pour 2 micro-organismes (*E. Coli* ou *Enterococcaceae*, et *Salmonella sp*) sont proposées pour des utilisations sur cultures à risque microbiologique. Ces critères sont identiques à ceux retenus dans le règlement UE 2019/1009 (PFC 6B Biostimulants non microbiens des végétaux) ou dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » pour les biostimulants de catégorie A1 autres que biostimulants microbiens, à l'exception du nombre d'échantillons à analyser (n) (3 dans le CDC THES contre 5 dans le socle commun ou le règlement européen).

Le même seuil pour *E. coli* ou *Enterococcaceae* ne paraît pas justifié, notamment au regard de l'utilisation possible des effluents d'élevages qui pourraient générer une présence d'*E. coli* dans les PREPARATIONS. Il conviendrait de baisser la teneur maximale proposée pour *E. coli* à un maximum de 100 ufc/g. En ce qui concerne les entérocoques, mêmes remarques que celles formulées dans la partie A relative aux méthodes d'analyse des entérocoques.

Une seule analyse/an est à réaliser pour chaque nouveau procédé. Il existe une confusion avec le point i Fréquence des analyses (qui devrait être le point 2., comme dans la partie A) qui indique que « *les analyses indiquées au tableau 8 sont à réaliser lors de la première fabrication d'un produit selon un nouveau procédé de préparation (modification des paramètres de traitements et/ou d'intrants)* ». Il conviendrait de clarifier ce point et de ne préciser la fréquence des analyses que dans le point i.

Dans cette partie, il est fait mention de « lot », sans définition (pour les PRODUITS une définition a été proposée en A 3.2). Par ailleurs il conviendrait de clarifier la logique entre la fiche annexe II « par procédé de fabrication » et l'autocontrôle « par lot ... pour chaque nouveau procédé de fabrication ».

Il conviendrait également de clarifier la cohérence entre la phrase « *Il respecte notamment les critères d'innocuité précisés dans le tableau 8 en lien avec les usages envisagés au tableau 9* » et ce qui est noté dans le titre du Tableau 8 « *Teneurs maximales ... pour une utilisation des préparations sur cultures à risque microbiologique* ». Il conviendrait de préciser les cultures concernées par ces analyses en définissant les **cultures à risque microbiologique**.

#### i. Fréquence des analyses

Modifier le chapitrage : remplacer i) par 2.

Les analyses prévues par le CDC THES (tableau 8) sont à réaliser lors de la première fabrication d'un produit selon nouveau procédé de fabrication (modification des paramètres de traitements et/ou d'intrants). Ce point est à clarifier avec ce qui est indiqué en B 3.1 (1 analyse/an à réaliser pour chaque nouveau procédé).

#### ii) Non - conformité

Modifier le chapitrage : remplacer ii) par 3.

Il convient de préciser qu'un lot considéré comme non conforme aux critères définis par le présent cahier des charges ne pourra pas être mis sur le marché ou utilisé dans ce cadre.

### **4. TRACABILITÉ POUR LA MISE EN MARCHÉ DES PRODUITS**

Il conviendrait de modifier le titre. Cette partie ne concerne pas les PRODUITS mais les PREPARATIONS, qui ne seront donc pas mises sur le marché.

Il est encore fait mention de lot, sans qu'il soit défini dans la partie B.

Pour le registre des lots de préparations et de leurs utilisations, il est indiqué de noter pour chaque lot « les analyses si effectuées conformément au paragraphe B.3 ».

### **5. USAGES ET CONDITIONS D'EMPLOI**

Il conviendrait d'ajouter la mention « **Aucune mention relative à un effet phytopharmaceutique ne devrait être faite sur la préparation** ».

Pour éviter toute confusion, Il conviendrait de préciser les cultures du tableau 9 concernées par les analyses prévues au tableau 8 en définissant les **cultures à risque microbiologique**.

En ce qui concerne le délai d'apport avant récolte (DAR) de 15 jours proposé dans le CDC THES pour les PREPARATIONS, aucune donnée n'a été soumise permettant de valider ce DAR. A noter par ailleurs que le délai de 21 jours avant la mise en pâture ou avant récolte proposé pour les prairies visées à l'article 11 du règlement (CE) n° 1069/2009 pourrait ne concerner que les thés ou extraits issus de composts ou de lombricompostes contenant des sous-produits animaux (effluents d'élevages, déchets de cuisine et de table ...).

Les critères d'innocuité fixés par le CDC THES ne sont pas considérés suffisants pour garantir la sécurité du consommateur pour certains des usages revendiqués, notamment lorsque le produit est appliqué sur ou en présence des parties consommables. En effet, les PREPARATIONS sont notamment susceptibles de contenir des micro-organismes pour lesquels des informations relatives à leur innocuité pour l'homme seraient nécessaires afin de s'assurer que les risques pour le consommateur puissent être exclus.

Ainsi, pour les cultures alimentaires dont les parties consommables seraient susceptibles d'entrer en contact avec la PREPARATION, les mesures de gestion suivantes sont proposées :

- **Ne pas appliquer le produit sur les cultures dont les parties consommables peuvent entrer en contact avec le sol.**
- **Ne pas appliquer après apparition des parties consommables.**

En ce qui concerne la protection des utilisateurs, compte tenu de la présence de microorganismes dans les PREPARATIONS, il conviendrait de recommander les mesures de gestion suivantes :

- **port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement.**
- **ne pas utiliser par les personnes fortement immunodéprimées ou suivant un traitement immunosuppresseur.**
- **préciser : « Contient des micro-organismes. Les micro-organismes peuvent provoquer des réactions de sensibilisation ».**

## **ANNEXE II : Fiche d'enregistrement d'une préparation destinée à une utilisation directe**

Remarques par rapport à cette annexe :

Il est précisé que cette fiche d'enregistrement doit être mise à jour « *lors de tout changement d'une caractéristique de fabrication* ». Aucune notion de « lot », alors que les lots sont mentionnés (mais non définis) en B.3 pour l'autocontrôle. Ce point est à clarifier car il est demandé de noter sur cette fiche les teneurs en microorganismes de l'autocontrôle proposés en B.3.

En ce qui concerne l'identification de la préparation. Concernant les teneurs en micro-organismes, il conviendrait d'harmoniser avec les teneurs retenues pour le tableau 8 : Teneurs en *E. coli* **ou Enterococcaceae**, et *Salmonella sp* ».

En ce qui concerne les matières premières utilisées :

- Colonnes 4/5/6 préciser qu'elles ne concernent que les composts du B.1.2.1 et les lombricomposts du B.1.3.1.
- Colonne 4 revoir l'unité utilisée pour définir la durée de compostage ou lombricompostage (colonne 4) : en heures ou jours, alors que les durées (longues) de ces traitements biologiques se comptent généralement en mois.
- Colonne 1, pourquoi est-il indiqué « additifs et microorganismes » ? Il devrait être noté « Matières premières (compost(s) ou lombricompost(s), additif(s) éventuel(s)) », voire « Matières premières (compost(s) ou lombricompost(s), eau, additif(s) éventuel(s)) si l'eau est incluse dans les matières premières considérées.
- Colonne 3, « Concentration dans le mélange (%) », préciser si % massique ou volumique.

## **CHAPITRE II. LES PARAMETRES PROPOSES POUR LES MATIERES PREMIERES ET LES PROCEDES DE FABRICATION DOIVENT PERMETTRE D'OBTENIR DES PRODUITS/PREPARATIONS SUFFISAMMENT EFFICACES**

### Remarques préliminaires :

Il convient de noter que l'«efficacité suffisante», évoquée dans le texte de la saisine, n'a pas été clairement définie :

- la notion d'efficacité n'a été associée à aucun effet sur les plantes ;
- le terme « suffisamment efficace» n'a été associé à aucun seuil d'efficacité.

Il existe donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

Par ailleurs, les lixiviats et jus de compost ont été définis dans le cahier des charges comme hors du cadre de la saisine alors que de nombreuses publications incluent ces produits dans la catégorie des extraits de compost (EC, ELC). Les publications scientifiques traitant des lixiviats n'ont donc pas été retenues dans le cadre de cette expertise. Le terme "jus de compost" n'a pas été retrouvé dans la bibliographie consultée. Ainsi, cela n'induit pas d'incertitude liée à la nature des extraits et thés de compost étudiés dans la revue bibliographique.

### Méthodologie d'évaluation :

La méthode mise en œuvre pour conduire la revue bibliographique soumise dans le cadre de cette saisine (synthèse RITTMO) n'a pas été précisée ; par exemple, la sélection des publications fournies (sites internet consultés, mots-clés utilisés) et la période de recherche n'ont pas été détaillées. Une revue scientifique a donc été conduite par l'Anses entre 2022 et 2024 sur une seule base de données afin de compléter la bibliographie disponible (annexe 4). Il persiste toutefois une incertitude concernant l'exhaustivité des publications analysées, dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude faible et de direction non qualifiable.

Il convient également de noter que, compte tenu de la quantité des publications disponibles et des délais impartis, aucune analyse critique de la qualité de ces publications n'a été réalisée ; elles n'ont donc pas été triées ou hiérarchisées. Il existe donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude modérée et de direction non qualifiable.

Par ailleurs, très peu de publications traitent des extraits de compost (EC, ELC), ces derniers étant parfois assimilés à des lixiviats par les auteurs. Les données disponibles pour les thés de compost (TCO, TCNO, TLCO, TLCNO) ont donc été extrapolées dans le cadre de cette expertise. Il en résulte donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des extraits de compost est d'amplitude modérée et de direction non qualifiable.

Enfin, la composition des composts de départ et les procédés de fabrication des extraits et thés de compost n'ont été décrits que partiellement dans la majorité des publications étudiées, ne permettant pas d'associer les éventuels effets observés à des paramètres de fabrication. Il existe donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

La bibliographie soumise dans le cadre de cette saisine (synthèse RITTMO) ainsi que la revue scientifique conduite par l'Anses (annexe 4) ont permis d'analyser les facteurs influant sur la qualité des thés de compost et de lombricompost, en lien avec leur efficacité biologique (effets fertilisants, biostimulants et/ou action de biocontrôle sur divers bio-agresseurs).

### **1) Qualité des matières premières utilisées pour la fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS:**

#### **a) Composts et lombricomposts**

Il est admis dans la littérature scientifique que la qualité des PRODUITS/PRÉPARATIONS objets de cette saisine, notamment des thés de compost (TCO, TCNO) et de lombricompost (TLCO, TLCNO), dépend, en premier lieu, de la qualité des composts et lombricomposts de départ (Pilla *et al.*, 2023, Saba *et al.*, 2023). Par exemple, Pant *et al.* (2012) ont montré que certaines propriétés biochimiques



des TCO et TLCO (pH, activité microbienne, teneur en minéraux solubles, phytohormones et acides humiques) étaient étroitement liées à celles des composts et lombricomposts utilisés. D'autres publications décrites dans la synthèse bibliographique réalisée par RITTMO (Griffin et Hutchinson, 2007 ; Hall *et al.*, 2006) montrent l'effet du degré de maturation sur les propriétés chimiques et biologiques des thés de compost associés.

La restriction des matières premières autorisées aux composts et lombricomposts listés aux points A 1.2, A 1.3, B 1.2. et B 1.3 du cahier des charges est censée permettre de s'assurer de la maturité des (lombri)composts utilisés pour la fabrication des PRODUITS/ PRÉPARATIONS. Toutefois, en cas de production et d'utilisation directe des PRÉPARATIONS, la production artisanale de (lombri)composts par le préparateur-utilisateur lui-même (matières premières listées aux points B 1.2.1, B 1.3.2 et B 1.3.3 du cahier des charges) ne permet pas de garantir leur maturité. Pour une telle production, il existe donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRÉPARATIONS est d'amplitude modérée et de direction non qualifiable.

## **b) Autres intrants**

### **i) Eau**

La composition chimique de l'eau utilisée comme matière première (eau destinée à la consommation humaine répondant aux critères de conformité définis au point A 1.1) ne devrait pas avoir d'impact sur la qualité agronomique des PRODUITS/PRÉPARATIONS sauf si elle contient du chlore, pouvant présenter des propriétés biocides. Il convient en effet de noter qu'une aération d'une durée minimale de 8 heures est généralement recommandée dans les publications scientifiques afin de favoriser l'évaporation des composés chlorés dont l'action biocide pourrait avoir un effet sur les micro-organismes bénéfiques présents dans les composts ou pouvant se développer lors des processus de fabrication (Dearborne, 2011 ; Gonzalez-Hernandez *et al.*, 2022). Cette mesure de gestion pourrait être ajoutée dans le cahier des charges.

Il existe donc une incertitude liée à la composition chimique de l'eau utilisée dans les processus de fabrication dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude faible et de direction non qualifiable.

### **ii) Additifs**

De nombreux additifs pouvant entrer dans la fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS ont été listés aux points A 1.4 et B 1.4 du cahier des charges. Ces derniers, répartis en 5 catégories, regroupent :

1. Les denrées ou aliments d'origine végétale qui sont déjà conformes à la réglementation permettant leur mise en marché pour un usage en alimentation humaine ou animale (ex : sucre, mélasse de betterave), afin de stimuler le métabolisme microbien lors de la production des thés ou des extraits ;
2. Les fertilisants autorisés à la mise en marché en France, à l'exception des produits conformes à la NFU 44-051 et non autorisés au paragraphe 1.2 de ce cahier des charges ;
3. Les additifs agronomiques autorisés par la norme NF U44-204 : Matière fertilisante avec additif agronomique-Dénominations et spécifications (2015) peuvent être utilisés comme additifs dans ce cahier des charges ;
4. Les biostimulants microbiens ou non microbiens autorisés à la mise en marché en France ;
5. Les SNUB autorisées au titre de l'article D255-30-1 du CRPM.

À l'exception de la première catégorie, correspondant aux extraits végétaux contenant des sucres, la composition des additifs autorisés s'avère très variable compte tenu de la diversité des catégories décrites (engrais minéraux, amendements organiques, inocula microbiens...). D'un point de vue réglementaire, il apparaît par ailleurs complexe de différencier un mélange à base de compost autorisé et d'additif(s) de catégorie 2 d'un mélange de composts conformes au point A 1.2.2 ou au point B 1.2.3. Seuls les additifs appartenant à la première catégorie, de compositions connues, sont donc pris en compte dans le cadre de cette analyse.

L'ajout d'additifs tels que la mélasse, le sucre roux, les acides humiques ou le varech est fréquemment rapporté dans la bibliographie (Jiang *et al.*, 2023 ; Lanthier et Peters, 2013). Ces derniers joueraient le rôle de substrat énergétique et/ou de catalyseurs pour les micro-organismes présents dans les composts ou se développant lors de la fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS (Dearborne, 2011). Toutefois, les modalités d'utilisation de ces produits (choix de l'additif selon le type de compost, ratio compost : additif) apparaissent empiriques et n'ont pas été étudiées à la lumière de l'efficacité

biologique des PRODUITS/PRÉPARATIONS. L'intérêt de leur ajout au cours de la fabrication semble donc, dans la pratique, très variable (Pilla *et al.*, 2023).

Il convient de noter que l'utilisation de ces substrats, non sélectifs, peut favoriser la croissance de micro-organismes bénéfiques mais aussi pathogènes (Dearborne, 2011). Des publications synthétisées par RITTMO rendent en effet compte de la stimulation de la croissance d'*Escherichia coli*, salmonelles et bacilles coliformes en cas d'ajout de mélasse ou de varech (Ingham, 2005 ; Ingram et Millner, 2007 ; Kannangara *et al.*, 2006 ; Scheuerell et Mahaffee, 2004).

Le recours aux additifs décrits aux points A 1.4.1 et B 1.4.1 du cahier des charges est donc associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable, compte tenu de (i) la diversité de leurs compositions chimiques, (ii) l'absence de données sur leurs effets directs sur les micro-organismes bénéfiques lors de la fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS et (iii) l'absence de données quantitatives sur les modalités de leur utilisation en mélange avec des composts ou lombricomposts.

## **2) Efficience des procédés de fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS:**

Plusieurs procédés d'obtention des PRODUITS/PRÉPARATIONS ont été décrits dans le cahier des charges, suivant (i) leur nature (extraits, thés), (ii) leur milieu de production (aéré, non aéré) et (iii) leur destination (commercialisation, utilisation directe). Plusieurs variables, communes à tous les procédés décrits, sont considérées dans la bibliographie analysée par RITTMO comme discriminantes dans l'obtention de PRODUITS de bonne qualité agronomique (Ingham, 2005 ; Ingham et Millner, 2007 ; Scheuerell et Mahaffee, 2006).

### **a) Ratio (lombri)compost/eau**

Les extraits de compost (EC) et de lombricompost (ELC) sont définis, dans le cahier des charges, comme des PRODUITS obtenus par mélange d'eau et de composts ou de lombricomposts autorisés. En plus de ces dilutions, l'obtention d'EC et ELC par percolation (passage d'eau à forte pression au travers des intrants) est également possible. Les thés de compost (TCO, TCNO) et de lombricompost (TLCO, TLCNO) doivent, quant à eux, être obtenus par trempage de composts ou de lombricomposts dans de l'eau.

La définition d'un ratio « compost : eau » apparaît donc nécessaire (i) d'un point de vue réglementaire, afin de distinguer les PRODUITS des lixiviats et autres jus obtenus par écoulement gravitaire à la base des composts et lombricomposts (Eudoxie et Martin, 2019) et (ii) d'un point de vue agronomique, afin de s'assurer de la qualité de l'extraction des éléments d'intérêt (minéraux, acides humiques, phytohormones et molécules assimilées) et des micro-organismes bénéfiques (Zhang *et al.*, 1998).

Les ratios « compost : eau » correspondants, exprimés en masse ou en volume, sont définis aux sections A 2.2 et B 2.2 du cahier des charges (**ratios de 1:1 à 1:100**). D'après la synthèse bibliographique proposée par RITTMO, l'ajout d'un trop grand volume d'eau au compost lors de la fabrication des PRODUITS pourrait entraîner une dilution des éléments d'intérêt dans la phase liquide (composés chimiques, micro-organismes). De même, de faibles ratios « compost : eau » pourraient limiter la circulation de l'eau au sein de la phase solide, diminuant ainsi l'efficacité du procédé d'extraction (Ingham, 2005).

Plusieurs publications scientifiques fournissent des valeurs de ratio « compost : eau » pour la fabrication de thés de compost. Ces valeurs apparaissent, dans l'ensemble, plus restreintes que celles proposées dans le cahier des charges, des **ratios proches de 1:5 à 1:10 (v/v)** étant généralement préconisés pour l'obtention de TCO, TCNO et TLCO (Abubaker *et al.*, 2024 ; Gonzalez-Hernandez *et al.*, 2023 ; Hamed *et al.*, 2022 ; Islam *et al.*, 2016 ; Lanthier et Peters 2013 ; Pant *et al.*, 2012 ; Scheuerell et Mahaffee, 2002 ; Wang *et al.*, 2024 ; Lanthier et Peters 2013 ; Pilla *et al.*, 2023 ; Ramirez-Gottfried *et al.*, 2023). Les extrema proposés dans le cahier des charges (1:1, 1:100) n'apparaissent donc pas en cohérence avec la bibliographie étudiée.

Le ratio « compost : eau » constitue donc un paramètre majeur de l'efficacité des procédés de fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable, compte tenu de (i) la très large gamme de ratios proposés dans le cahier des charges

(ratios de 1:1 à 1:100) et de (ii) l'insuffisance, voire absence, de bibliographie permettant de confirmer l'efficacité des PRODUITS/PREPARATIONS obtenus avec cette gamme de ratios. L'amplitude apparaît particulièrement forte en cas d'utilisation directe par un préparateur-utilisateur, les contraintes liées aux équipements utilisés pouvant également impacter le choix du ratio « compost : eau ».

#### **b) Durée du processus de fabrication**

De nombreuses publications rapportent un effet majeur du temps d'infusion/extraction sur l'efficacité biologique des thés de compost et/ou de lombricompost. D'après la synthèse bibliographique réalisée par RITTMO, l'augmentation du temps d'infusion jusqu'à un optimum permettrait en effet une concentration des micro-organismes bénéfiques et/ou de molécules actives produites par ces derniers (Lanthier et Peters, 2013). Par exemple, les effets fongicides des thés de compost seraient dépendants de la durée de fabrication selon une relation non-linéaire (Scheuerell et Mahaffee, 2002).

Plusieurs temps d'infusion/ extraction ont été renseignés aux points A 2.2 et B 2.2 du cahier des charges, selon le type de PRODUIT :

- (i) **Moins de 8 heures pour les EC et ELC ;**
- (ii) **2 heures à 4 jours pour les TCO et TLCO ;**
- (iii) **4 à 14 jours pour les TCNO et TLCNO.**

Il existe actuellement peu de données sur les EC et ELC, les définitions de ces PRODUITS dans la littérature pouvant par ailleurs différer de celles fournies au point I du cahier des charges (Dearborne, 2011). Toutefois, les publications récentes sur les thés de compost confirment des temps d'infusion/extraction variables selon le milieu de production (aéré, non aéré). La bibliographie rapporte des durées de fabrication de l'ordre de **12 à 72 heures pour la fabrication des TCO et TLCO** et de **7 à 14 jours pour les TCNO et TLCNO** (Ingham, 2005 ; Dearborne, 2011 ; Hamed *et al.*, 2022 ; Lanthier et Peters, 2013 ; Pilla *et al.*, 2023 ; Saba *et al.*, 2023 ; Scheuerell, 2002). La durée de fabrication minimale de 2 heures renseignée pour les TCO et TLCO dans le cahier des charges apparaît donc faible au regard des pratiques rapportées dans la bibliographie. Par ailleurs, la fréquence des brassages pourrait également conditionner le temps de fabrication, particulièrement dans le cas des TCNO et TLCNO (Lanthier et Peters, 2013).

Outre le milieu de fabrication (aéré, non aéré), les effets recherchés pourraient également influencer sur la durée des procédés : de courtes durées d'extraction (un jour environ) seraient suffisantes pour l'obtention de TCO aux effets nutritionnels tandis que des durées plus longues confèreraient aux thés des propriétés fongicides (Cantisano, 1998 in Islam *et al.*, 2016). D'après une étude plus récente, comparant deux durées d'extraction à l'eau (5 et 15 jours) sur les propriétés chimiques de TCO, aucune différence n'a été observée entre les modalités sur les teneurs en éléments nutritifs (N, K, S, Ca, Mg) à l'exception du phosphore. La plus courte durée d'extraction, associée à un coût de production plus faible, a donc été considérée comme pertinente pour la nutrition des cultures (Gonzalez-Hernandez *et al.*, 2023).

Le temps d'infusion/extraction apparaît donc comme un autre paramètre de l'efficacité des procédés de fabrication des PRODUITS/PREPARATIONS. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PREPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable, compte tenu (i) du fait que le choix de la durée d'extraction dépend, d'après la bibliographie analysée, de plusieurs paramètres, possiblement interdépendants (milieu d'extraction (aéré, non aéré), fréquence des brassages, matériel utilisé, effets biologiques recherchés) et (ii) de l'insuffisance, voire absence, de bibliographie permettant de confirmer l'efficacité des PRODUITS/PREPARATIONS obtenus avec ces temps d'infusion/extraction

#### **c) Aération du mélange pendant la fabrication**

Bien que les définitions fournies en section I du cahier des charges distinguent les thés de compost aérés (TCO, TLCO) des thés de compost non aérés (TCNO, TLCNO), l'aération imposée pendant la fabrication des PRODUITS/PREPARATIONS ne semble pas être un critère permettant de différencier clairement les thés de compost. En effet, des épisodes d'aération sont possibles pendant la fabrication de TCNO et/ou TLCNO et pourraient même favoriser la croissance de micro-organismes bénéfiques (Scheuerell, 2004). Par ailleurs, il n'existe actuellement aucun seuil de concentration en oxygène

réglementaire distinguant les conditions de production aérobies et anaérobies. Quelques publications indiquent toutefois que, pour la fabrication de TCO, la concentration en oxygène dissous dans l'eau devrait dépasser **5.5 mg/L** (Davis *et al.*, 1975 et Ingham, 1999 in Pilla *et al.*, 2023). En l'état, cette valeur ne peut pas être facilement comparée à la valeur seuil de débit d'air pour la fabrication de TCO et/ou TLCO, renseignée aux sections A 2.2 et B 2.2 du cahier des charges (**5 m<sup>3</sup> par heure et par m<sup>3</sup> de mélange**).

Il convient de noter que les données disponibles dans la littérature ne semblent pas montrer d'effet direct du temps et/ou de l'intensité de l'aération sur l'efficacité biologique des thés de compost aérés. En effet, malgré un effet possible du débit d'air sur les teneurs en minéraux solubles des TCO, aucun effet de l'aération sur leurs effets biostimulants n'a été observé (Xu *et al.*, 2015, d'après la bibliographie fournie par RITTMO). De même, aucun effet significatif de l'aération n'a été observé sur les propriétés fongicides de TCO (Scheuerell, 2006 ; Dearborne, 2011).

L'aération des mélanges pendant la fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS (débit, durée) semble être un paramètre de moindre importance de l'efficacité des procédés de fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS de type TCO ou TLCO. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité de ces produits est d'amplitude forte et de direction non qualifiable, compte-tenu du manque de données sur l'effet de l'aération sur l'efficacité biologique des TCO (Pant *et al.*, 2012 ; Welke, 2004).

#### **d) Température de fabrication**

Bien que la température soit considérée comme un facteur pouvant impacter l'efficacité biologique des thés de compost, peu de données quantitatives sur ce paramètre sont actuellement disponibles. La fabrication des thés de compost est généralement décrite dans la littérature comme réalisée à température ambiante (20-28°C), conformément à la gamme de températures préconisée aux sections A 2.2 et B 2.2 du cahier des charges (Carrascosa *et al.*, 2023 ; Ghaffari *et al.*, 2022 ; Lanthier et Peters, 2013 ; Pilla *et al.*, 2023 ; Shawky *et al.*, 2023). Des températures plus élevées, pouvant atteindre 40°C, sont susceptibles d'être mesurées au sein des mélanges au regard de l'activité respiratoire des micro-organismes (Ingham, 2005). Dans tous les cas, des températures inférieures à 20°C pourraient avoir un effet délétère sur la qualité des PRODUITS/PRÉPARATIONS, en limitant la croissance des micro-organismes bénéfiques et/ou en limitant la teneur en macronutriments et acides humiques (Ingham, 2005 ; Gonzalez-Hernandez *et al.*, 2023).

La température de fabrication constitue un paramètre de l'efficacité des procédés de fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude faible et de direction non qualifiable ; en effet, l'ensemble des publications étudiées fournissent des valeurs de température similaires quels que soient les PRODUITS/PRÉPARATIONS recherchés, mais ne permettent pas de comparer l'effet de différentes températures sur l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS.

#### **e) Hygiénisation et stockage**

Après leur fabrication, la stabilisation des PRODUITS s'avère possible d'après les recommandations de stockage définies au point A 2.1.3 (pasteurisation, stérilisation, traitement UHT...). Peu de publications sur les effets de l'hygiénisation des thés de compost ou de lombricompost sur leurs propriétés agronomiques sont actuellement disponibles. La stérilisation des PRODUITS aurait pour but principal de détruire les micro-organismes pathogènes. Toutefois, les processus de stabilisation décrits ci-dessus étant non spécifiques, l'élimination des micro-organismes bénéfiques également présents dans les PRODUITS est probable.

D'après une étude récente (Javanmardi *et al.*, 2024), le traitement de thés de lombricompost aérés (TLCO) par autoclave augmenterait la quantité de macronutriments et oligo-éléments disponibles, notamment des ions ammonium. Les TLCO non traités contiendraient, quant à eux, une grande diversité de bactéries aux effets biostimulants, responsables notamment de la biosynthèse de phytohormones (auxines, gibbérellines...) et autres molécules actives (enzymes). L'hygiénisation des PRODUITS ne jouerait donc pas uniquement un rôle sur leur stabilité chimique et microbiologique pendant le stockage mais aurait également un effet sur leur activité biologique. Cette étape semble pertinente pour une utilisation des PRODUITS en tant qu'engrais (organo)minéraux mais pas pour une utilisation en tant

que biostimulant et/ou produit de biocontrôle (micro-organismes à action antagoniste par exemple). Toutefois, le manque de publications et de données techniques sur les effets de la stabilisation des thés de compost ne permet pas de confirmer ce postulat.

La stabilisation par traitement (pasteurisation, stérilisation, traitement UHT...) constitue donc un facteur pouvant impacter l'efficacité biologique des PRODUITS. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable compte-tenu du manque de connaissances sur les effets de cette pratique sur les qualités agronomiques des PRODUITS. Il convient également de souligner que cette étape de stabilisation n'a pas été préconisée dans le cadre de la fabrication de PRÉPARATIONS.

Concernant le stockage des PRODUITS/PRÉPARATIONS, les publications synthétisées par RITTMO indiquent que les conditions de stockage, notamment la durée et la température, pourraient avoir un impact sur la richesse et la concentration en micro-organismes en l'absence de stérilisation au préalable (Fritz *et al.*, 2012). A contrario, d'après une étude récente conduite sur des TCO non stérilisés, aucune différence significative dans les teneurs en macronutriments et acides humiques n'a été observée entre 0 et 6 mois après fabrication (Gonzalez-Hernandez *et al.*, 2023).

La durée de stockage constitue donc un facteur pouvant impacter l'efficacité biologique des PRODUITS, particulièrement en l'absence de stabilisation. Ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable compte tenu de l'absence de modèles prédictifs sur l'évolution des populations microbiennes dans les PRODUITS/PRÉPARATIONS au cours du temps.

#### **f) Interactions entre les paramètres des procédés de fabrication des PRODUITS/PRÉPARATIONS**

Aucune étude sur les éventuelles interactions entre les facteurs décrits précédemment (ratio compost/eau\*temps d'infusion/extraction aération\*température\* stabilisation\*conditions de stockage) n'est disponible. Il en résulte donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

### **3) Propriétés biologiques des PRODUITS/PRÉPARATIONS**

#### **a) Effets nutritionnels**

La bibliographie analysée rend compte de la présence d'éléments minéraux dans les PRODUITS/PRÉPARATIONS, les étapes de fabrication des extraits et/ou thés de compost et de lombricompost permettant de rendre disponibles des éléments nutritifs par l'intermédiaire de divers processus biochimiques (extraction à l'eau et mise en solution, stimulation de l'activité de micro-organismes minéralisateurs, libération d'azote ammoniacal par suppression des bactéries nitrifiantes en cas de stabilisation...). Par exemple, les effets nutritionnels de thés de compost autoclavés ont été récemment confirmés sur tomate, le trempage des plants dans une solution à base de thé de compost ayant notamment permis une augmentation significative de la surface foliaire et du poids des tiges (Javanmardi *et al.*, 2024).

La composition chimique des PRODUITS/PRÉPARATIONS dépend toutefois de nombreux facteurs, tels que la composition du compost de départ et l'efficience du procédé d'extraction ; une grande variabilité dans les teneurs en minéraux des thés de compost et de lombricompost a donc été observée dans la littérature (Carrascosa *et al.*, 2023 ; Ghaffari *et al.*, 2023 ; Saba *et al.*, 2023). Un tableau de synthèse consolidé, établi par RITTMO, montre d'importantes variations dans les teneurs en azote, phosphore et potassium selon les thés de compost analysés, avec des différences allant d'un facteur 170 à 1 000 dans le cas des TCO et TLCO.

L'efficacité potentielle des thés de compost et de lombricompost n'est pas établie. En effet, les valeurs moyennes des teneurs en azote, phosphore et potassium des thés de compost analysés, issues du tableau de synthèse établi par RITTMO, ne permettent pas d'atteindre les flux minimaux de référence pour une application au sol. Les éléments nutritifs présents dans les thés étant très dilués, il faudrait apporter au sol des quantités de solution considérables (très nombreuses applications de thés concentrés) pour atteindre ces flux, ce qui est irréalisable au niveau de la pratique agricole.

De même, dans le cas d'une application foliaire, les faibles doses d'éléments nutritifs apportés par les thés de compost et de lombricompost ne pourraient permettre de corriger que les carences nutritives en éléments secondaires (Ca et Mg) et en oligoéléments (B, Mo, ...)

Au regard de la variabilité des compositions chimiques des thés de compost et de lombricompost analysés dans les publications disponibles, particulièrement des TCO et TLCO, il apparaît très complexe de prédire, en amont, les teneurs en éléments minéraux des PRODUITS/PRÉPARATIONS, et, en aval, les doses de PRODUITS/PRÉPARATIONS compatibles avec des effets nutritionnels efficaces. Il en résulte une incertitude dont l'impact sur l'appréciation des effets nutritionnels est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

### **b) Effets biostimulants**

Des effets sur la croissance et le développement des plantes attribués à l'application de thés de compost ou de lombricompost ont été rapportés dans la littérature. Outre la présence de micro-organismes, ces effets seraient liés à la présence, dans les thés, d'acides humiques et de phytohormones (auxines, gibbérellines, cytokines, IAA...) (Pilla *et al.*, 2023). Ces substances sont notamment issues de la dégradation de la matière organique par les micro-organismes décomposeurs apparus pendant la fabrication ou déjà présents dans les composts de départ, comme les bactéries intestinales des vers de terre utilisés pour l'obtention de lombricompost (Javanmardi *et al.*, 2024 ; Jiang *et al.*, 2023).

Toutefois, la diversité des communautés microbiennes, révélée par des analyses génomiques conduites sur différents thés de compost, suggère une grande variabilité de la nature et/ou la teneur en substances biostimulantes des PRODUITS/PRÉPARATIONS (Javanmardi *et al.*, 2024 ; Lanthier *et al.*, 2013). Par ailleurs, des publications synthétisées par RITMO rapportent que les substances humiques, notamment présentes dans les composts ou lombricomposts de départ, présentent des effets variables sur les cultures (effets, intensité des effets) (Eyheraguibel, 2004 ; Piccolo, 1996).

Au regard de (i) la variabilité des compositions des thés de compost et de lombricompost analysés dans les publications disponibles et (ii) de la variabilité des effets des substances biostimulantes associées, particulièrement des substances humiques, il apparaît très complexe de prédire, en amont, la nature et les teneurs en substances biostimulantes des PRODUITS/PRÉPARATIONS, et, en aval, les modalités d'application des PRODUITS/PRÉPARATIONS compatibles avec des effets biostimulants (cultures, doses, type d'application, dilution...). Il en résulte une incertitude dont l'impact sur l'appréciation des effets biostimulants est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

### **c) Action de biocontrôle**

Des effets fongicides et nématocides des thés de compost et de lombricompost ont été rapportés dans les publications étudiées (Dearborne, 2011 ; Dianez *et al.*, 2006 ; Kaur *et al.*, 2022 ; Pilla *et al.*, 2023 ; Ramirez-Gottfried *et al.*, 2023 ; Scheuerell et Mahaffee, 2002 ; Scheuerell et Mahaffee, 2004, St Martin *et al.*, 2012), ces effets étant d'ailleurs l'objet de la majorité des études associées aux extraits et thés de compost.

Plusieurs mécanismes biologiques liés à la présence de micro-organismes dans les thés de compost et de lombricompost ont été avancés afin d'expliquer les effets de biocontrôle observés : sécrétion de substances antibiotiques, concurrence directe, parasitisme, production de substances aux effets de stimulation des défenses des plantes (Dearborne, 2011). Toutefois, les effets des thés de compost et de lombricompost n'ont été testés que sur un nombre limité de bio-agresseurs pathogènes, l'action de biocontrôle des PRODUITS/PRÉPARATIONS semblant par ailleurs dépendre de nombreux facteurs (origine du compost initial, milieu de fabrication (aéré/non aéré), culture traitée, type d'application). Il en résulte donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'action de biocontrôle est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

#### **4) Modalités d'application des PRODUITS/PRÉPARATIONS**

##### **a) Préambule agronomique et remarques sur le cahier des charges**

Les modalités d'application des PRODUITS/PRÉPARATIONS sont décrites aux sections A 5 et B 5 du cahier des charges. Tout d'abord, 3 modes d'application ont été renseignés dans les tableaux des usages autorisés : (i) apport au sol, (ii) pulvérisation foliaire et (iii) trempage de semences/plants. Une application par irrigation est mentionnée dans le cas de l'utilisation directe de PRÉPARATIONS (section B, annexe II) mais ne figure pas dans les modes d'application autorisés en section A. Par ailleurs, les types d'application au sol n'ont pas été précisés (application en plein et/ou localisée, enfouissement).

Les trois modes d'application listés ci-dessus ont été associés à chaque groupe de cultures autorisé (grandes cultures, arboriculture/viticulture, cultures maraîchères et ornementales, sylviculture...). Il convient toutefois de noter certaines incohérences agronomiques sur les usages résultants ; en effet, une application par trempage de semences ou de plants apparaît peu pertinente dans le cas de cultures pérennes (arboriculture fruitière) ou de prairies. Concernant la sylviculture, la faisabilité technique de l'application de PRODUITS/PRÉPARATIONS apparaît discutable (hauteur de la canopée, difficultés techniques en cas d'applications en plein et/ou des enfouissements), à l'exception des pépinières sylvicoles et/ou forestières.

Il conviendrait donc de restreindre les usages proposés aux scénarii considérés comme agronomiquement pertinents.

##### **b) Effets de la dilution des PRODUITS/PRÉPARATIONS**

D'après la bibliographie analysée, peu de données quantitatives sur les effets de la dilution des PRODUITS/PRÉPARATIONS sur leur efficacité biologique semblent disponibles. Des publications techniques indiquent qu'une dilution des thés de compost peut, en aval, s'avérer nécessaire afin d'éviter le colmatage des buses lors de l'application (présence de micro-organismes par exemple) (Dearborne, 2011). Quelques facteurs de dilution ont été proposés en cas d'application foliaire (1:4 à 1:6), devant ainsi permettre une couverture totale du feuillage et une répartition optimale des micro-organismes bénéfiques (Ingham, 2005 in Dearborne, 2001). Une étude comparant différents facteurs de dilution d'un TCO (1:1 à 1:100) sur la croissance végétative et le développement de la tomate a révélé des effets contrastés selon le paramètre étudié ; le facteur de 1:25 a toutefois fourni, dans l'ensemble, les meilleurs résultats quel que soit le mode d'application (application au sol ou pulvérisation foliaire) (Abubaker *et al.*, 2024). Enfin, une étude comparant différents facteurs de concentration d'un TLCO (0 à 10%) sur la teneur en macronutriments (N, P, K) dans les feuilles de concombre et dans le sol a montré, en cas de pulvérisation foliaire, un effet positif significatif de la concentration en thé sur la teneur en éléments minéraux des échantillons de sol et de feuilles analysés (Al-Rawi et Alkobaisy, 2023).

La dilution des PRODUITS/PRÉPARATIONS, couramment employée dans la pratique, apparaît comme un facteur pouvant impacter leur efficacité biologique. D'après les données disponibles, des dilutions plutôt faibles semblent préconisées afin d'assurer les effets nutritionnels et/ou microbiologiques des thés de compost tandis que des facteurs de dilution plus variables pourraient conférer aux PRODUITS/PRÉPARATIONS des effets de biostimulation. Compte tenu (i) du manque général de connaissances sur les effets de cette pratique, (ii) du lien présumé entre facteur de dilution et effets recherchés (nutrition, biostimulation, action de biocontrôle) et (iii) des contraintes liées aux matériels d'application, ce paramètre est associé à une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS est d'amplitude forte et de direction non qualifiable particulièrement en cas d'utilisation directe des PRÉPARATIONS.

##### **c) Doses d'application, nombre de traitements et fréquence des traitements**

Aucune étude sur l'impact de ces facteurs sur l'efficacité biologique des PRODUITS/PRÉPARATIONS n'est disponible. Il est toutefois admis que l'efficacité des extraits et thés de compost est limitée dans le temps, particulièrement pour les effets de biocontrôle, nécessitant donc de nombreuses applications au cours du cycle végétatif des cultures (Ingham, 2005).

Par ailleurs, des phénomènes de phytotoxicité ont été rapportés dans la littérature en cas d'application de thés de (lombricompost) (Curadelli *et al.*, 2023). Ces effets seraient liés à la présence, dans les composts de départ, d'ammonium, d'acides organiques, de composés aromatiques (phénols, flavonoïdes) ou encore de métaux lourds (El Hayany *et al.*, 2023 ; Moller et Muller, 2012). L'incidence de ces phénomènes serait plus faible en cas d'application de thés aérés (TCO, TLCO) et/ou de PRODUITS/PRÉPARATIONS issus de (lombricompost) matures (Carballo *et al.*, 2009 ; El Hayany *et al.*, 2023). Il n'existe toutefois pas, dans la littérature disponible, de recommandations pratiques sur les conditions d'application des PRODUITS/PRÉPARATIONS qui permettraient d'éviter ces phénomènes.

Il en résulte donc une incertitude dont l'impact sur l'appréciation de l'efficacité et de la sélectivité est d'amplitude forte et de direction non qualifiable.

### **Conclusion :**

L'effet nutritionnel direct des PRODUITS/PRÉPARATIONS par apport d'éléments fertilisants directement assimilables pour les plantes dépend de la composition du compost ou du lombricompost initial (elle-même reliée aux matières premières utilisées pour fabriquer le compost ou le lombricompost), de la qualité du compostage/lombricompostage, du procédé de fabrication de l'extrait ou du thé de compost/lombricompost (en particulier le procédé d'extraction) et des conditions d'application du produit fini.

De même, l'effet du PRODUIT lié à la présence de micro-organismes bénéfiques pour les plantes dans le produit fini dépend de ces mêmes paramètres/variables. Les phases d'hygiénisation des matières admises en lombricompostage et de stabilisation des PRODUITS avant stockage peuvent limiter considérablement la présence de ces micro-organismes.

**Compte tenu de la grande diversité des matières premières, des procédés de fabrication, des conditions d'application, des effets attendus et des sources d'incertitude relevées, il n'est pas possible d'assurer que tous les produits conformes au cahier des charges présenteront un niveau d'efficacité suffisant.**



### **CHAPITRE III. OPPORTUNITE D'INTEGRER A LA LISTE DES MATIERES PREMIERES AUTORISEES LES LITIERES FORESTIERES DONT LA DECOMPOSITION RESULTE DE MECANISMES NATURELS**

Dans ce cadre, les litières forestières ne seraient pas considérées comme des matières premières pour produire des composts ou des lombricomposts mais utilisées directement (au même titre que les composts ou les lombricomposts) pour produire des thés ou des extraits.

La synthèse bibliographique proposée par RITTMO ne traite pas des litières forestières. Les composts dont sont issus les thés ou autres extraits prévus dans le CDC THES valorisent le recyclage des déchets ou des sous-produits. Ceci est tout autre si les litières forestières, donc les sols forestiers, sont exploitées. La collecte des litières peut avoir une incidence sur la qualité des sols forestiers : atteinte à la biodiversité des sols forestiers, impacts sur l'environnement forestier dans les zones d'exploitation des sols (tassement du sol, circulation de l'eau...), impacts sur la santé des arbres en absence de litière sur les sols ou encore impact sur le stockage du carbone.

Par ailleurs aucune précision n'est apportée sur le procédé de production ou encore les caractéristiques de tels extraits ou thés.

Il conviendrait également de savoir si cette potentielle exploitation est réalisée en forêt « naturelle » ou dans une « forêt plantée et exploitée par l'homme ». Les incidences seront potentiellement différentes, notamment sur l'état de « dégradation » de l'environnement forestier avant l'exploitation de la litière.

Par ailleurs une recherche menée par l'Anses souligne le faible nombre de références bibliographiques couvrant ce sujet. Ainsi sans plus de connaissances sur les impacts globaux induits par une exploitation de zone naturelle, et sur l'intérêt agronomique de ce type de thé ou d'extraits, l'évaluation de l'opportunité d'utiliser des litières forestières pour produire des thés ou des extraits ne peut être scientifiquement conduite.

L'absence de données permettant de juger de l'innocuité et de l'intérêt agronomique d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières induit une incertitude dont l'impact est d'amplitude forte et de direction non qualifiable

**L'utilisation des litières forestières pour produire des PRODUITS ou PREPARATIONS visés par le présent CDC THES n'est donc pas recommandé.**

#### 4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Anses a été saisie par le ministère chargé de l'agriculture sur un projet de cahier des charges (CDC THES) visant la mise sur le marché et l'utilisation en tant que matières fertilisantes d'extraits et thés de compost et de lombricompost, conformément aux dispositions du point 3 de l'article L. 255-5 du code rural et de la pêche maritime.

Dans ce cadre, il est demandé à l'Agence de donner son avis sur le projet de CDC THES, les matières fertilisantes conformes à ce dernier devant présenter des niveaux de sécurité et d'efficacité suffisants pour justifier une autorisation de dispense d'évaluation individuelle préalable.

Une attention particulière est requise par rapport aux aspects suivants :

- **Question 1** : Les paramètres proposés pour les matières premières et les procédés de fabrication, qui doivent permettre d'obtenir des préparations suffisamment efficaces ;
- **Question 2** : Les paramètres retenus relatifs aux auto-contrôles, aux restrictions d'usages et aux délais avant récolte, qui doivent permettre d'assurer l'innocuité des préparations, notamment pour le consommateur des denrées produites sur les parcelles traitées ;
- **Question 3** : L'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels.

En se fondant, sur le projet de cahier des charges (CDC THES), sur la synthèse bibliographique de RITTMO rédigée pour le compte de la DGAL, sur la recherche bibliographique complémentaire conduite par l'Anses ainsi que sur l'ensemble des éléments disponibles, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail estime que :

##### **En ce qui concerne la question 1**

Au regard de l'efficacité, les effets nutritionnels directs des PRODUITS ou des PREPARATIONS par apport d'éléments fertilisants directement assimilables pour les plantes dépendent de la composition du compost ou du lombricompost initial. Cette composition étant elle-même liée aux matières premières utilisées pour fabriquer le compost ou le lombricompost, de la qualité du compostage, du procédé de fabrication de l'extrait ou du thé de compost/lombricompost (en particulier le procédé d'extraction) et des conditions d'application du produit fini. De même, l'effet du PRODUIT/PREPARATION lié à la présence de micro-organismes bénéfiques pour les plantes dans le produit fini dépend de ces mêmes paramètres/variables. Les phases d'hygiénisation des matières admises en lombricompostage et de stabilisation des PRODUITS avant stockage peuvent limiter considérablement la présence de ces micro-organismes.

**Compte tenu de la grande diversité des matières premières, des procédés de fabrication, des conditions d'application, des effets attendus et des sources d'incertitude relevées, il n'est pas possible d'assurer que tous les PRODUITS ou PREPARATIONS conformes au CDC THES présenteront un niveau d'efficacité suffisant.**

##### **En ce qui concerne la question 2**

Les commentaires et recommandations relatifs aux CDC THES développés dans le présent avis (chapitres 1 et 2) devraient être considérés afin de rendre plus lisible le CDC THES et de s'assurer de la cohérence avec le projet de réglementation nationale dite « socle commun d'innocuité », notamment par rapport aux analyses requises pour s'assurer de l'innocuité des PRODUITS ou des PREPARATIONS.

Compte tenu des sources d'incertitude relevées (en particulier liée à la grande diversité des matières premières, des procédés de fabrication, des conditions d'application) et l'absence de critères concernant certains contaminants, des mesures de gestion des risques ayant comme objectif de limiter les expositions liées à l'utilisation des PRODUITS ou PREPARATIONS sont proposées.

Les mesures de gestions proposées sont les suivantes :

- Ne pas appliquer le produit sur les cultures dont les parties consommables peuvent entrer en contact avec le sol.
- Ne pas appliquer après apparition des parties consommables.

- Porter des gants et un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement.
- Ne pas utiliser par les personnes fortement immunodéprimées ou suivant un traitement immunosuppresseur.
- Préciser : « Contient des micro-organismes. Les micro-organismes peuvent provoquer des réactions de sensibilisation ».

**Sous réserve du respect des mesures de gestion, il n'est pas attendu de risque pour le consommateur et l'utilisateur lié à l'utilisation des PRODUITS ou PREPARATIONS.**

### **En ce qui concerne la question 3**

S'agissant de l'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels, une recherche bibliographique menée par l'Anses souligne le faible nombre de références couvrant ce sujet. Ainsi, compte tenu du faible niveau des connaissances sur les impacts globaux qui pourraient être induits par une exploitation de zones naturelles, une analyse des risques relative à l'opportunité d'utiliser des litières forestières pour produire des thés ou des extraits ne peut être conduite.

**L'utilisation des litières forestières pour produire des PRODUITS ou PREPARATIONS visés par le présent CDC THES n'est donc pas recommandée.**

**Par ailleurs, en raison de la grande diversité des matières premières ainsi que des procédés de fabrication, l'Anses identifie plusieurs éléments d'incertitude dont les principaux portent sur :**

- 1- l'innocuité des thés ou extraits issus de composts ou de lombricomposts. En effet, il existe des incertitudes en matière de présence potentielle de divers pathogènes en particulier les Salmonelles, les *Listeria* ou de contaminants chimiques, dont certains peuvent être persistants comme les PFASs, dans les matières premières, les thés ou extraits issus de composts ou de lombricomposts ;
- 2- l'efficacité des thés ou extraits issus de composts ou de lombricomposts.

Par ailleurs, il convient de souligner que certaines étapes du procédé de fabrication des PRODUITS avant leur commercialisation, en particulier l'ajout d'eaux destinées à la consommation humaine au cours du procédé de fabrication, suivi d'une phase de concentration du PRODUIT (séchage, lyophilisation, l'évaporation sous vide ...) est questionnable au regard d'une utilisation raisonnée des ressources (notamment énergétiques et eaux destinées à la consommation humaine).

Pr Benoit VALLET

## MOTS-CLES

Cahier des charges - compost - lombricompost - thés - extraits - litières forestières.

## CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2024). Avis de l'Anses relatif à la demande d'avis relatif à un projet de cahier des charges pour la production et la mise sur le marché des thés de compost et de lombricompost. Saisine 2023-SA-0196. Maisons-Alfort : Anses, 109 p.

## PRESENTATION DES INTERVENANTS

**PRÉAMBULE** : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, intuitu personae, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

### COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

---

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :  
CES Matières Fertilisantes et supports de cultures (MFSC) – (2023 – 2027)

#### Président

M. Abraham ESCOBAR-GUTIÉRREZ

#### Vice-président

M. Pascal PANDARD

#### Membres

Mme Isabelle DEPORTES (Expert rapporteur innocuité)

Mme Céline DRUILHE (Expert rapporteur innocuité)

M. Frédéric FEDER

M. François LAURENT

M. Doan Trung LUU

Mme Isabelle QUILLERE (Expert rapporteur efficacité)

Mme Cécile REVELLIN

M. Laurent THURIES

M. Diederik VAN TUINEN

M. Franck VANDENBULCKE

## PARTICIPATION ANSES

---

### Coordination scientifique

M. DUMENIL Jean-Rémi - Coordinateur scientifique - Pôle Matières Fertilisantes et Supports de Culture - Unité de Coordination des Intrants du Végétal – Anses

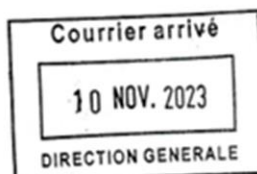
M. DUBOISSET Arnaud – Cellule Veille et Développement Scientifique (CVDS) – Anses

ANNEXE 1

Texte de la saisine 2023-SA-0196

  
**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Service des actions sanitaires  
Sous-direction de la Santé et de la  
Protection des Végétaux  
Bureau des intrants et du biocontrôle  
251 rue de Vaugirard  
75732 Paris cedex 15



**Direction Générale  
de l'Alimentation**

Monsieur le Directeur Général  
de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de  
l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

27-31, avenue du Général Leclerc – B.P. 19  
94701 MAISONS ALFORT CEDEX

Dossier suivi par : Bruno Printz  
Tél. : 01 49 55 43 99  
Mél : [bruno.printz@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.printz@agriculture.gouv.fr)  
Réf. : 2023-132

Paris, le 31 octobre 2023

**Objet :** Demande d'avis sur un projet de cahier des charges pour la production et la mise sur le marché des thés de compost et de lombricompost.

Monsieur le Directeur Général,

Le plan de souveraineté alimentaire pour la filière fruits et légumes annoncé le 1<sup>er</sup> mars 2023 lors du Salon international de l'agriculture prévoit, parmi les mesures de l'axe A « Protection des cultures », de faciliter le recours à certains biostimulants pour lesquels la procédure d'autorisation de mise sur le marché n'est pas adaptée compte tenu de particularités inhérentes à leur mode de fabrication.

Parmi ces préparations, les thés de compost et de lombricomposts ainsi que leurs extraits aqueux font l'objet d'une utilisation croissante en agriculture. Si les extraits aqueux sont obtenus par le simple mélange de composts ou de lombricomposts avec de l'eau, les thés de compost ou de lombricompost se caractérisent par une phase additionnelle d'aération active ou de fermentation, qui entraîne un développement accru de micro-organismes et l'obtention de composés qui ne peuvent être isolés par simple extraction.

Le projet cahier des charges faisant l'objet de cette saisine établit les critères de conformité applicables à la production et à la mise sur le marché d'extraits aqueux simples, aérés (thés de compost aérés) ou fermentés (thés de compost non aérés) de compost et de lombricompost. Il distingue notamment le cas des préparations directement produites par le préparateur

utilisateur, de celles destinées à la mise sur le marché. Il précise les conditions applicables aux matières premières ainsi que les éléments du procédé de fabrication, en particulier les paramètres de production. Il fixe également les exigences relatives aux critères d'innocuité, précise les modalités de gestion des non-conformités, les éléments de traçabilité ainsi que les usages autorisés des produits selon le niveau des contrôles effectués.

L'objet de cette saisine est de solliciter votre avis sur ce projet de cahier des charges. Les produits fertilisants conformes à celui-ci doivent présenter des niveaux de sécurité et d'efficacité suffisants pour justifier une autorisation en dispense d'évaluation individuelle préalable.

J'appelle plus particulièrement votre attention sur les aspects suivants du document :

- Les paramètres proposés pour les matières premières et les procédés de fabrication, qui doivent permettre d'obtenir des préparations suffisamment efficaces ;
- Les paramètres retenus relatifs aux auto-contrôles, aux restrictions d'usages et aux délais avant récolte, qui doivent permettre d'assurer l'innocuité des préparations, notamment pour le consommateur des denrées produites sur les parcelles traitées ;
- L'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels.

Je vous remercie de me faire part de l'avis de l'Agence pour le 31 juillet 2024.

Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toute information complémentaire (bib.sdspv.dgal@agriculture.gouv.fr).

La Directrice Générale adjointe de  
l'Alimentation

EMMANUELLE SOUBEYRAN Signature numérique de EMMANUELLE  
SOUBEYRAN / 3  
Date: 2023.07.21 08:22:28 +0100

Emmanuelle SOUBEYRAN

ANNEXE 2

Projet de cahier des charges : CDC THES  
soumis à l'Anses



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Cahier des charges relatif aux extraits et thés de  
composts ou de lombricomposts et leurs utilisations en  
tant que matières fertilisantes.

« CDC THES »

**Objet :** Le présent cahier des charges établit les critères de conformité applicables à la production et à la mise sur le marché d'extraits aqueux simples, aérés (thés de compost aérés) ou fermentés (thés de compost non aérés) de compost et de lombricompost.

Les préparations conformes à ce cahier des charges sont dispensées de l'autorisation de mise sur le marché délivrée par l'Anses prévue à l'article L.255-2 du CRPM.

Les extraits ou thés de compost ou de lombricompost conformes à ce cahier des charges, peuvent être mis sur le marché (partie A) ou utilisés directement par leur producteur (partie B).

Ce cahier des charges est pris en application du 3° de l'article L. 255-5 du code rural et de la pêche maritime (CRPM) qui dispense les matières fertilisantes et supports de cultures visés à l'article L. 255-1 des obligations prévues aux articles L. 255-2 à L. 255-4 du CRPM pour leur mise sur le marché et leur utilisation, dès lors que ces produits sont conformes à un cahier des charges approuvé par le ministre chargé de l'agriculture, après avis de l'Anses, conformément à l'article R. 255-29 du CRPM.

## I- DEFINITIONS

1. Les extraits de composts ou de lombricomposts sont obtenus par le mélange de composts ou de lombricomposts avec de l'eau, dans des conditions contrôlées par le producteur. Ils peuvent également être obtenus par percolation. La durée de production d'un extrait de compost ou de lombricompost n'excède pas 8 heures.

2. Les thés de compost ou de lombricompost sont issus d'un mélange par trempage de compost ou de lombricompost. Ce mélange peut être soumis à :

- une aération active, on parle alors de « thé de compost aéré ou de thé de lombricompost aéré ».
- une fermentation passive. Le mélange n'est pas aéré, ou ne reçoit qu'une aération minimale seulement au stade du mélange initial du processus de fermentation. Il s'agit alors de « thés de compost non aéré ou de thés de lombricompost non aéré ».

Ainsi, le présent cahier des charges s'applique à 6 typologies d'extraits ou de thés de compost ou de thés de lombricomposts, ci-après dénommés produits :

- Les extraits de compost (EC)
- Les thés compost aérés (TCO)
- Les thés de compost non aérés (TCNO)
- Les extraits de lombricompost (ELC)
- Les thés de lombricompost aérés (TLCO)
- Les thés de lombricompost non aérés (TLCNO)

Le présent cahier des charges ne s'applique pas au lixiviat (ou jus) de compost ou de lombricompost, identifié comme le liquide qui s'écoule par gravité à la base des composts ou des lombricomposts.

## II- CHAMP D'APPLICATION

Le fabricant qui prépare des produits correspondant à une ou plusieurs des typologies précisées au I et destinés à la mise sur le marché ou une cession gracieuse à un tiers, respecte les parties I, II et la partie A de ce cahier des charges.

L'opérateur professionnel (producteur agricole ou autre) qui prépare, à partir de matières premières organiques issues de ses propres activités et pour sa propre utilisation, des produits qui ne font pas l'objet d'une cession à un tiers respecte les dispositions des parties I, II et la partie B du présent cahier des charges.

Les prescriptions présentées dans les parties A et B de ce cahier des charges s'appliquent sans préjudice des autres mesures administratives et réglementaires applicables et notamment :

- Directive (UE) 2020/2184 du parlement européen et du conseil du 16 décembre 2020 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (refonte) ;
- Directive 2008/98/CE modifiée du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives ;
- Règlement (UE) 2019/1009 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE, modifiant les règlements (CE) n° 1069/2009 et (CE) n° 1107/2009 et abrogeant le règlement (CE) no 2003/2003 ;



- Règlement (UE) n° 528/2012 du parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides ;
- Règlement (CE) n°1069/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 21 octobre 2009 modifié établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et abrogeant le règlement (CE) n°1774/2002 ;
- Règlement (CE) n°852/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires ;
- Règlement (CE) n°178/2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires ;
- Code de la consommation et en particulier ses articles L. 121-2 à L.121-5, L. 412-1 et L. 441-1 relatifs à la loyauté des transactions et la conformité des marchandises ;
- Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles ;
- Décret n°80-478 du 16 juin 1980 portant application de l'article L. 412-1 du code de la consommation en ce qui concerne les matières fertilisantes et les supports de culture ;
- Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique ;
- Arrêté du 9 avril 2018 fixant les dispositions techniques nationales relatives à l'utilisation de sous-produits animaux et de produits qui en sont dérivés, dans une usine de production de biogaz, une usine de compostage ou en « compostage de proximité », et à l'utilisation du lisier.
- Arrêté du 19 juin 2015 modifié relatif au système de gestion de la qualité mentionné à l'article D. 541-12-14 du code de l'environnement ;
- Arrêté du 8 décembre 2011 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés en application du règlement (CE) n° 1069/2009 et du règlement (UE) n° 142/2011 ;

## Table des matières

<b>PARTIE A : Matières premières autorisées, modes de fabrication et conditions pour la mise en marché des extraits ou des thés de compost ou de lombricompost. ....</b>		<b>35</b>
1	Matières premières autorisées pour les produits destinés à la mise en marché .....	35
1.1	L'eau.....	35
1.2	Les composts autorisés .....	35
1.3	Lombricomposts autorisés .....	35
1.4	Additifs.....	36
2	Procédés de fabrication .....	37
2.1	Le stockage des matières premières, les contenants de fabrication et les conditions de stockage.....	5
2.2	Fabrication du PRODUIT .....	38
3	Autocontrôle - Gestion de la conformité des produits au cahier des charges.....	39
4	Traçabilité pour la mise en marché des produits.....	42
5	Usages et conditions d'emploi.....	42
<b>PARTIE B : Matières premières autorisées, modes de production et conditions pour la production et l'utilisation directe des extraits ou des thés de compost ou de lombricompost. ....</b>		<b>45</b>
1	Matières premières autorisées pour les préparateurs - utilisateurs .....	45
1.1	Eau.....	45
1.2	Composts autorisés .....	45
1.3	Lombricomposts autorisés .....	46
1.4	Additifs.....	47
2	Procédés de fabrication .....	47
2.1	Le stockage des matières premières et des produits finis .....	12
2.2	Fabrication des préparations .....	47
3	Autocontrôle - Gestion de la conformité des produits au cahier des charges.....	49
4	Traçabilité pour la mise en marché des produits.....	50
5	Usages et conditions d'emploi.....	51

# PARTIE A : Matières premières autorisées, modes de fabrication et conditions pour la mise en marché des extraits ou des thés de compost ou de lombricompost.

## 1 Matières premières autorisées pour les produits destinés à la mise en marché

### 1.1 L'eau

L'eau utilisée doit être de l'eau de qualité « Eau Destinée à la Consommation Humaine » conformément à :

- la Directive 98/83/CE sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, transposée en droit français par le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 et modifiée par la directive 2015/1787 du 6 octobre 2015 ;
- l'Arrêté du 30 décembre 2022 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

### 1.2 Les composts autorisés

Pour la fabrication d'extraits et thés de compost destinés à une mise en marché (soient les produits dénommés EC ou TCO ou TCNO), seules sont autorisées comme matières premières **les composts conformes à :**

1. leur autorisation de mise en marché délivré par l'Anses (n°AMM) ;
2. la catégorie fonctionnelle de produits des fertilisants UE **PFC 3.A** du règlement (UE) n°2019/1009 (Amendement organique du sol) et contenant uniquement des intrants de catégorie de matières constitutives **CMC 3** du même règlement (Compost);
3. la norme NF U44-051 et correspondant aux dénominations de cette norme pour lesquelles le mode d'obtention précise la mise en œuvre d'un procédé de compostage caractérisé, à l'exclusion du compost obtenu à partir des produits contenant des intrants non éligibles à la sortie du statut de déchets.

Le mélange de composts respectant les critères 1 à 3 susmentionnés est autorisé.

### 1.3 Lombricomposts autorisés

1. Conditions d'utilisation du lombricompost :

- i) Seules les matières premières (quelles soient d'origine animale ou non) ayant subi une phase de montée en température ou transformées selon une des méthodes de transformation normalisées décrites dans le chapitre III de l'annexe IV du règlement (UE) n°142/2011, peuvent être utilisées pour la production de lombricompost conforme à une utilisation dans le cadre du présent cahier des charges.

A défaut, sont autorisées les matières premières ayant subi *a minima* un des couples temps températures suivants :

- 55 °C durant 14 jours consécutifs ou
  - 60 °C durant 7 jours consécutifs ou
  - 65 °C durant 5 jours consécutifs ou
  - 70 °C durant 3 jours consécutifs (statut du compost = transformé).
- ii) Le procédé de lombricompostage mis en œuvre pour la production des extraits ou des thés de lombricomposts doit permettre de maintenir des conditions aérobies durant toute la durée du lombricompostage, notamment par des opérations de mélange et/ou d'apport de matières organiques disposées en fine couche. L'humidité doit être maintenue entre 70 et 90 % pour garantir l'action des vers de terre.
- iii) Le procédé de lombricompostage doit être réalisé jusqu'à disparition visuelle complète des éléments qui ont été lombricompostés (c'est-à-dire que les matières organiques traitées, par exemple des pailles, ne doivent plus être reconnaissables à l'œil) ;
- iv) ou la durée de lombricompostage doit être d'une durée minimale de 3 mois pour les systèmes de conteneurs intérieurs.

2. Pour la fabrication d'extraits et thés de lombricompost destinés à une mise en marché (soit les produits dénommés ELC ou TLCO ou TLCNO), seuls sont autorisés comme matières premières les lombricomposts :

- qui disposent d'une autorisation de mise en marché délivrée par l'Anses (n°AMM),
- conformes à la norme NF U44-051 et correspondant aux dénominations de cette norme pour lesquelles le mode d'obtention précise la mise en œuvre d'un procédé de lombricompostage caractérisé, à l'exclusion du lombricompost obtenu à partir des produits contenant des intrants non éligibles à la sortie du statut de déchets.

3. Le mélange de lombricomposts respectant les points 1 et 2 de ce paragraphe est autorisé.

## 1.4 Additifs

Le procédé de production de thés ou d'extraits de compost ou de lombricompost peut intégrer des additifs lors de l'étape initiale de sa mise en œuvre. Ainsi l'apport des produits suivants est autorisé à ce stade de leur fabrication :

1. les denrées ou aliments d'origine végétale qui sont déjà conformes à la réglementation permettant leur mise en marché pour un usage en alimentation humaine ou animale (ex : sucre, mélasse de betterave), afin de stimuler le métabolisme microbien lors de la production des thés ou des extraits ;
2. les fertilisants autorisés à la mise en marché en France, à l'exception des produits conformes à la NFU 44-051 et non autorisés au paragraphe 1.2 de ce cahier des charges ;
3. les additifs agronomiques autorisés par la norme NF U44-204 : Matière fertilisante avec additif agronomique-Dénominations et spécifications (2015) peuvent être utilisés comme additifs dans ce cahier des charges ;
4. les biostimulants microbiens ou non microbiens autorisés à la mise en marché en France ;
5. les SNUB autorisées au titre de l'article D255-30-1 du CRPM.

## 2 Procédés de fabrication

### 2.1 Le stockage des matières premières, les contenants de fabrication et les conditions de stockage

#### 1. Stockage des matières premières

Le principe de « marche en avant » des matières, qui permet d'exclure la rencontre des matières entrantes et des produits en fabrication jusqu'à leur mise sur le marché, est respecté afin de prévenir tout risque de contamination croisée entre les matières premières et les produits.

Les matières premières visées au paragraphe 1 sont stockées à l'abri des intempéries et de tout type de contamination dans des lieux clos et adaptés à ces fins.

#### 2. Contenants pour la fabrication des produits

Les contenants utilisés pour la fabrication des thés de composts et de lombricomposts doivent être destinés à ce seul usage.

Le fabricant doit maîtriser les bonnes conditions de stockage et notamment :

- utiliser des récipients propres au contact des matières premières, des produits en cours de fabrication et du produit fini ;
- s'assurer de l'étanchéité des divers contenants et des systèmes d'obturation du produit fini adaptés à son conditionnement spécifique (vannes, bouchons, sacs).

Les contenants doivent être nettoyés et rincés à l'eau de qualité « eau destinée à la consommation humaine » avant chaque utilisation et après chaque vidange dans le cas d'une réutilisation immédiate, à l'aide d'un produit pour le nettoyage et la désinfection autorisé au titre du règlement (UE) n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

Les produits de nettoyage et de désinfection sont manipulés et utilisés conformément aux instructions du fabricant (dosage, température, rinçage intermédiaire...) et de manière à limiter le risque de contamination des produits et de l'environnement.

Il est conseillé d'utiliser des contenants avec peu d'aspérités, idéalement avec un fond arrondi.

#### 3. Stockage des produits fabriqués

Pour prévenir tout risque de contamination (notamment par des matières non traitées ou des nuisibles) le stockage des produits fabriqués est réalisé dans des lieux dédiés et adaptés, et dans un conditionnement étanche et fermé hermétiquement permettant d'isoler, jusqu'à sa mise sur le marché, le produit de son environnement. Ces dispositions visent à éviter les contaminations potentielles par des agents pathogènes et autres contaminants.

Après les étapes de fabrication définies au paragraphe A.2.2, les produits peuvent faire l'objet d'une stabilisation afin de préserver leurs propriétés jusqu'à leur utilisation et d'assurer leur distribution en conformité avec la réglementation.

Les méthodes pour ce faire peuvent être :

- des traitements physiques tels que l'ultrafiltration, le conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée ;
- la pasteurisation, la stérilisation, le traitement à ultra haute température ou toute autre méthode équivalente.

Les fabricants metteurs en marché définissent la date de péremption ou de durabilité minimale à compter de la date de fin de fabrication, en tenant compte du type de stabilisation appliqué.

## 2.2 Fabrication du PRODUIT

1. Les procédés de fabrication des extraits et thés de compost sont conformes aux paramètres indiqués dans le tableau 1.
2. Les procédés de fabrication des extraits et thés de lombricompost sont conformes aux paramètres indiqués dans le tableau 2.

**Tableau 1 : Paramètres de production des extraits ou des thés de compost**

Paramètres / type d'effluent	EC	TCO	TCNO
Matières premières	Matières premières autorisées par les parties A.1.1, A.1.2 et A.1.4		
Ratio de mélange compost et additifs / eau (Exprimé en masse ou en volume)	1:1 à 1:100		
Aération	Non aéré	- Injection d'air répartie sur toute la surface de la cuve de fabrication - Débit continu minimum de 5 m <sup>3</sup> d'air par heure par m <sup>3</sup> de mélange	Agitation occasionnelle pendant le processus
Durée de traitement	< 8 heures	2 heures à 4 jours	4 à 14 jours
Température	20°C +/- 5°C		
Additifs	non	Uniquement les additifs autorisés au paragraphe A.1.4	
Délai avant utilisation après production (1)	8 heures	8 heures	Non défini

(1) Si le produit ne fait pas l'objet d'une étape de stabilisation

**Tableau 2 : Paramètres de production des extraits ou des thés de lombricompost.**

Paramètres / type d'effluent	ELC	TLCO	TLCNO
Matières premières	Matières premières autorisées par les parties A.1.1, A.1.3 et A.1.4		
Phase d'hygiénisation des matières admises en lombricompostage	Un des couples temps/températures définis au A.1.3, point 1) L'attestation de réalisation de cette étape par le producteur du lombricompost doit être conservée et disponible en cas de contrôle des services compétents		
Ratio de mélange lombricompost et additifs/ eau	1:1 à 1:100		

(Exprimé en masse ou en volume)			
Aération	Non aéré	- Injection d'air répartie sur toute la surface de la cuve de fabrication - Débit continu minimum de 5 m <sup>3</sup> d'air par heure par m <sup>3</sup> de mélange	Agitation occasionnelle pendant le processus
Durée de traitement	< 8 heures	2 heures à 4 jours	4 à 14 jours
Température	20°C +/- 5°C		
Additifs	non	Oui pour les additifs autorisés au paragraphe A.1.4 de ce cahier des charges	
Délai avant utilisation après production (1)	8 heures	8 heures	Non défini

(1) Si le produit ne fait pas l'objet d'une étape de concentration et de stabilisation

- Le fabricant élabore une fiche type par procédé de fabrication et la décline pour chaque lot d'extraits ou de thés de composts ou de lombricompost en conformité au modèle figurant en annexe I. La fiche spécifique à chaque lot est conservée pour une durée au moins égale à trois ans après sa date de fabrication. Le fabricant est en mesure de fournir l'ensemble de cette documentation en cas de contrôle des services compétents.
- Concentration du produit : Les méthodes de concentration sont autorisées afin de réduire la teneur en eau des produits. Ces méthodes peuvent consister en un séchage, une déshydratation, une évaporation sous-vide, une lyophilisation ou tout autre technique n'introduisant pas d'autres composés ou substances que ceux déjà présents dans le produit.

### 3 Autocontrôle - Gestion de la conformité des produits au cahier des charges

- Critères d'innocuité** : Le fabricant d'extraits ou de thés de composts ou de lombricomposts respecte les **teneurs maximales** établies dans les tableaux 3 et 4 pour chaque lot destiné à une mise en marché.

**Tableau 3 : Teneurs maximales en éléments traces métalliques, composés traces organiques et inertes et impuretés.**

	Unités	Concentration
Cd	mg /kg MS	1,5
Cr <sup>(1)</sup>		120
Cr VI <sup>(1)</sup>		2
Hg		1
Ni		50
Pb		120

As <sup>(2)</sup>		18
As inorganique <sup>(2)</sup>		40
Cu		600
Zn		1500
PCB <sup>(3)</sup>		0,8
Dioxines PCDD/F <sup>(4)</sup> (ng TEQ/kg MS)		analyses obligatoire sans valeur seuil
HAP <sup>(5)</sup> :		
HAP 16 <sup>(6)</sup>		6
ou		
Fluoranthène		4
Benzo(b)fluoranthène		2,5
Benzo(a)pyrène		1,5
Plastique > 2 mm <sup>(7)</sup>	g / kg MS	3
Verre > 2 mm <sup>(7)</sup>		3
Métaux > 2 mm <sup>(7)</sup>		3
Plastique + verre + métaux > 2 mm <sup>(7)</sup>		5

- 1) L'analyse du Cr VI est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale du Cr total est respectée. L'analyse du Cr total est facultative si la teneur maximale du Cr VI est respectée.
- 2) L'analyse de l'As inorganique est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale de l'As total est respectée. L'analyse de l'As total est facultative si la teneur maximale de l'As inorganique est respectée.
- 3) Somme des 6 congénères PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180.
- 4) L'analyse des polychloro-dibenzo dioxines et furanes est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif.
- 5) L'analyse de la somme des 16 HAP est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale Fluoranthène, Benzo(b)fluoranthène et Benzo(a)pyrène est respectée. L'analyse des 3 congénères est facultative si la teneur maximale en somme des 16 HAP est respectée.
- 6) Somme de naphthalène, acénaphthylène, acénaphthène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[a]pyrène, indéno[1,2,3-cd]pyrène, dibenzo[a,h]anthracène et benzo[ghi]perylène.
- 7) L'analyse est dispensable si le metteur sur le marché peut témoigner de la mise en place de solutions techniques excluant toute présence (filtration).

**Tableau 4 : Teneurs maximales en micro-organismes pathogènes pour une mise en marché des produits.**

	Unités	n	m	M	c
<i>E.Coli</i>	dans 1g ou 1 mL	5	0	0	0
<i>Enterococcaceae</i>	dans 1g ou 1 mL	5	10 UFC/g ou mL	10 UFC/g ou mL	2
<i>Salmonella sp</i>	dans 25 g ou mL	5	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	25 g ou 25 mL	5	0	0	0
<i>Vibrio sp</i>	25 g ou 25 mL	5	0	0	0
<i>Shigella sp</i>	25 g ou 25 mL	5	0	0	0
<i>Staphylococcus Aureus</i>	25 g ou 25 mL	5	0	0	0
Œufs d'helminthes viables	1,5 g ou 1,5 mL	5	0	0	0



Dénombrement sur plaque des germes anaérobies (1)	dans 1g ou 1 mL	5	10 <sup>5</sup> UFC/g ou mL	10 <sup>5</sup> UFC/g ou mL	2
Dénombrement des levures et moisissures (1)	dans 1g ou 1 mL	5	1000 UFC /g	1000 UFC /g	2

(1) Sauf si la matière répond au cahier des charges biostimulants

Avec :

UFC : Unité formant colonie ;

n = nombre d'échantillons à tester ;

m = valeur-seuil pour le nombre de bactéries. Le résultat est considéré comme satisfaisant si le nombre de bactéries dans la totalité des échantillons n'excède pas m ;

M = valeur maximale du nombre de bactéries. Le résultat est considéré comme non satisfaisant dès lors que le nombre de bactéries dans au moins un échantillon est supérieur ou égal à M ;

c = nombre d'échantillons dans lesquels le nombre de microorganismes peut se situer entre m et M, l'échantillon étant toujours considéré comme acceptable si le nombre de bactéries dans les autres échantillons est inférieur ou égal à m.

## 2. Fréquence des analyses

Les analyses indiquées aux tableaux 3 et 4 sont à réaliser par lot de production au rythme de caractérisation minimum de **4 analyses représentatives par an**.

Pour un même lot de production, dès lors que les **quatre dernières analyses** de caractérisation présentent des résultats inférieurs à **10%** de la teneur maximale requise au tableau 3 pour un paramètre donné, la fréquence de caractérisation peut être réduite pour ce paramètre à 1 analyse par an pendant une durée maximale de **36 mois**.

Un lot de production est défini par l'invariabilité des paramètres suivants :

- fournisseur du compost,
- recette de préparation, aussi bien en termes de qualité (dénomination et typologie) des composts/lombricomposts qu'en termes de ratio des mélanges,
- paramètres de procédé définis par les tableaux 1 et 2.

## 3. Non-conformité

Le fabricant dispose de processus pour la gestion de tout lot non-conforme. Les processus sont adaptés au contexte spécifique de la non-conformité constatée.

Le devenir des produits non conformes est défini par le metteur sur le marché ou l'autorité compétente conformément à la réglementation applicable à chaque situation, notamment en conformité avec la directive 2008/98/CE relative aux déchets (valorisation alternative au respect du présent cahier des charges ou élimination).

La gestion détaillée des non-conformités et la destination effective des lots non-conformes doit être consignée par écrit.

## 4 Traçabilité pour la mise en marché des produits

Le fabricant met en place un système de gestion de la qualité reposant sur l'identification des dangers et la maîtrise de points critiques. Il s'assure de la conformité des matières premières et veille au respect des conditions décrites au paragraphe A.3. Il dispose des informations nécessaires pour s'assurer de cette conformité.

Le responsable de la mise sur le marché tient à la disposition de l'autorité compétente les éléments mentionnés ci-dessous.

### Registre d'entrée des matières premières dans l'installation

Chaque apport de matières premières est enregistré en spécifiant :

- le type de matières premières avec leur origine ;
- la quantité livrée (tonnage) ;
- la date de réception et, lorsqu'elle est différente, la date d'utilisation pour la production de produit ;
- le fournisseur (nom, coordonnées, le cas échéant son numéro d'élevage) ;
- le transporteur (nom, coordonnées) ;
- le lieu de stockage et du conditionnement des matières entrantes.

### Registre des lots des produits et de leurs départs :

- Identification du lot des produits (numéro avec référence à sa fiche de fabrication (Cf. A.2.2) et les analyses effectuées sur le lot des produits (Cf. A.3) validant sa conformité à une mise sur le marché ;
- Au fur et à mesure des départs de tout ou partie du lot des produits, sont enregistrés :
  - o le(s) destinataire(s) (nom, coordonnées) ;
  - o le(s) transporteur(s) (nom, coordonnées) ;
  - o la quantité (tonnage) ;
  - o l'identifiant du lot sur la facture du destinataire.

## 5 Usages et conditions d'emploi

Le fabricant doit définir et fournir à destination de l'utilisateur les conditions d'emploi détaillées du produit, notamment :

1. Le mode d'application ;
2. Les cultures cibles et les éventuels délais avant récolte ;
3. Les conditions d'utilisation : le mode d'apport, la dose et l'unité d'apport (kg de produit par hectare ou L de produit par hectare ou autre unité à préciser), le(s) volume(s) de dilution en litres, le nombre d'apport(s) par an, les fréquences d'apport, le stade d'application et les conditions agro-climatiques (température, humidité, vent ...) pour une efficacité optimale.

Le fabricant respecte les préconisations pour les conditions d'usage du tableau 5.

**Tableau 5 : Usages autorisés des produits en fonction des cultures**

Types de culture	Apport au sol	Pulvérisation foliaire	Trempage de semence/ plants
Grandes cultures	Autorisé	Autorisé	Autorisé
Culture intermédiaire non fourragère	Autorisé	Autorisé	Autorisé
Arboriculture / viticulture	Autorisé	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé
Cultures maraichères	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé
Cultures ornementales	Autorisé	Autorisé	Autorisé
JEVI : Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures	Autorisé	Autorisé	Autorisé
Prairies et cultures fourragères	Autorisé <sup>(2)</sup>		Autorisé
Sylviculture	Autorisé	Autorisé	Autorisé

(1) Respecter un délai d'apport avant récolte de 7 jours.

(2) Respecter un délai de 21 jours avant la mise en pâture ou avant récolte.

Ces préconisations d'usages sont autorisées sans préjudices des textes réglementaires auxquels l'utilisateur final est soumis.

Le fabricant préconise l'ensemble des mesures de gestion et d'application nécessaires pour garantir la sécurité des personnes et de l'environnement.

## **ANNEXE I : Fiche d'enregistrement d'un produit destiné à une mise en marché**

### Fiche d'enregistrement

Sans préjudice des dispositions du code de la consommation, du décret n° 80-478 susvisé et des règles relatives à la traçabilité des produits dérivés de sous-produits animaux définis par le règlement (CE) n° 1069/2009 relatif à l'identification, le responsable de la mise sur le marché informe l'utilisateur de la composition et du mode de fabrication des produits en précisant :

1. Leur dénomination au regard du présent cahier des charges
  - Extraits de compost (EC)
  - Thés de compost aérés (TCO)
  - Thés de compost non aérés (TCNO)
  - Extraits de lombricompost (ELC)
  - Les thés de lombricompost aérés (TLCO)
  - Les thés de lombricompost non aérés (TLCNO)

Le fabricant informe également l'utilisateur de la référence réglementaire autorisant les matières premières à la mise en marché (exemple : produits obtenu à partir de compost de Matières végétales en mélange - dénomination de type 7 - NF U 44-051).

2. La référence au cahier des charges ;
3. Les coordonnées du site de production ;
4. L'identification du lot de produit ;
5. Le pourcentage de matière sèche exprimé en pourcentage de la masse de produit brut ;
6. Le ratio compost/eau ayant servi à la préparation (exprimé en grammes de matière sèche par unité de volume) ;
7. Le mode d'apport ;
8. La dose d'apport incluant le volume de dilution avant emploi, la fréquence d'apport et la dose d'emploi maximale recommandée par type de culture ;
9. L'époque et/ou le stade d'application ;
10. Le type d'action exercée par le produit ;
11. Les restrictions d'emploi ;
12. L'indication de la nature des risques particuliers pour l'homme, les animaux ou l'environnement ;
13. Les précautions à prendre pour la protection de l'homme, des animaux ou de l'environnement ;
14. Des instructions pour l'élimination en toute sécurité du produit et de son emballage ;
15. La date de péremption dans des conditions normales de conservation ;

# PARTIE B : Matières premières autorisées, modes de production et conditions pour la production et l'utilisation directe des extraits ou des thés de compost ou de lombricompost.

## 1 Matières premières autorisées pour les préparateurs - utilisateurs

L'opérateur professionnel (producteur agricole ou autre) prépare des produits destinés uniquement à sa propre utilisation et ne faisant pas l'objet d'aucune cession à un tiers, à partir :

- de matières premières organiques issues de ses propres activités,
- de composts ou lombricompost déjà autorisés à la mise en marché,

Il est dénommé par la suite « préparateur-utilisateur ».

Le « préparateur-utilisateur » se conforme aux exigences prévues en partie A et relatives aux matières premières.

### 1.1 Eau

**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

### 1.2 Composts autorisés

Pour la fabrication d'extraits et thés de compost destinés à une utilisation directe par le préparateur-utilisateur (soient les produits dénommés EC ou TCO ou TCNO), seules sont autorisées comme matières premières :

1. Les composts produits par le préparateur-utilisateur uniquement à partir des matières premières autorisées par la norme NF U 44-051, à l'exception des déchets fermentescibles en mélange.  
L'andain de compost doit être mélangé et géré de manière à garantir que toute la matière première a été soumise à une température minimale de 65°C pendant 3 jours ou 60°C pendant 7 jours ou 55°C pendant 14 jours. Pour cela l'enregistrement des températures doit être réalisé et inscrit dans une fiche d'enregistrement dont le

modèle figure **en annexe II** : fiche d'enregistrement destiné à une utilisation directe par le préparateur.

L'andain de compost doit faire l'objet d'au moins trois retournements et la durée de compostage est d'au moins 4 mois.

2. Les composts conformes à leur autorisation de mise en marché (n°AMM).
3. Les composts mis en marché comme engrais (CE) et conformes à la PFC 3. A: Amendement organique du sol du règlement UE 2019/1009 et contenant uniquement des intrants de catégorie CMC 3: Compost du même règlement,
4. Les composts mis en marché et conformes à la norme NF U44-051 et correspondant aux dénominations de cette norme pour lesquelles le mode d'obtention précise la mise en œuvre d'un procédé de compostage caractérisé, à l'exclusion du compost obtenu à partir des produits contenant des intrants non éligibles à la sortie du statut de déchets

Le mélange de composts respectant les points 2 à 4 est autorisé. Leur mélange avec un compost respectant le point 1 n'est possible que sous réserve de la conformité des autocontrôles opérés sur ce dernier comme précisés au paragraphe B.3 ci-après.

### 1.3 Lombricomposts autorisés

#### 1. Conditions applicables à la production de lombricompost

- i) Conditions préalables au lombricompostage : seules les matières premières (quelles soient d'origine animale ou non) ayant subi une phase de montée en température ou transformées selon une des méthodes de transformation normalisées décrites dans le chapitre III de l'annexe IV du règlement (UE) n°142/2011, peuvent être utilisées pour la production de lombricompost conforme à une utilisation dans le cadre du présent cahier des charges.

A défaut, sont autorisées les matières premières ayant subi *a minima* un des couples temps/températures suivants :

- 55 °C durant 14 jours consécutifs, ou
  - 60 °C durant 7 jours consécutifs, ou
  - 65 °C durant 5 jours consécutifs, ou
  - 70 °C durant 3 jours consécutifs (statut du compost = transformé).
- ii) Le procédé de lombricompostage mis en œuvre pour la production des extraits ou des thés de lombricomposts doit permettre de maintenir des conditions aérobies durant toute la durée du lombricompostage, notamment par des opérations de mélange et/ou d'apport de matières organiques disposées en fine couche. L'humidité doit être maintenue entre 70 et 90 % pour garantir l'action des vers de terre.
  - iii) Le procédé de lombricompostage mis en œuvre pour la production des extraits ou des thés de lombricomposts doit permettre de maintenir des conditions aérobies durant toute la durée du lombricompostage, notamment par des opérations de mélange et/ou d'apport de matières organiques disposées en fine couche. L'humidité doit être maintenue entre 70 et 90 % pour garantir l'action des vers de terre.

Le procédé de lombricompostage est réalisé :

- jusqu'à disparition visuelle complète des éléments qui ont été lombricompostés (c'est-à-dire que les éléments, par exemple des pailles, ne doivent plus être reconnaissables à l'œil) ;
- ou la durée de lombricompostage doit être d'au moins 12 mois pour les andains extérieurs ou 3 mois pour les systèmes de conteneurs intérieurs.

2. Les préparateurs-utilisateurs peuvent utiliser :
  - des lombricomposts produits par leur soins et respectant les paramètres précisés au B.1.3.1 ;
  - des lombricomposts ayant subi une phase d'hygiénisation préalable telle que décrite au point B.1.3.1.i et autorisés à la mise en marché :
    - par voie d'autorisation de mise en marché (n°AMM),
    - par la norme NF U44-051 et correspondant aux dénominations de cette norme pour lesquelles le mode d'obtention précise la mise en œuvre d'un procédé de lombricompostage caractérisé, à l'exclusion du lombricompost obtenu à partir des produits contenant des intrants non éligibles à la sortie du statut de déchets.
3. Seul le mélange de lombricomposts respectant le point 2 est autorisé.

## 1.4 Additifs

Erreur ! Source du renvoi introuvable.

# 2 Procédés de fabrication

## 2.1 Le stockage des matières premières et des produits finis

1. Erreur ! Source du renvoi introuvable. Stockage des préparations

Pour prévenir tout risque de contamination (notamment par des matières non traitées ou des nuisibles) le stockage des produits fabriqués est réalisé dans des lieux dédiés et adaptés, et dans un conditionnement étanche et fermé hermétiquement permettant d'isoler, jusqu'à sa mise sur le marché, le produit de son environnement. Ces dispositions visent à éviter les contaminations potentielles par des agents pathogènes et autres contaminants.

Les préparations doivent être utilisées le plus rapidement possible, idéalement dans la journée qui suit la fin de fabrication et avec un délai maximal de 7 jours à condition de garantir une oxygénation suffisante pour les TCO et les TLCO.

## 2.2 Fabrication des préparations

1. Les procédés de fabrication des extraits et thés de compost sont conformes aux paramètres indiqués dans le tableau 6.
2. Les procédés de fabrication des extraits et thés de lombricompost sont conformes aux paramètres indiqués dans le tableau 7.

NB : Il est conseillé de procéder à une aération de l'eau issue du réseau de distribution avant son utilisation pour la fabrication du produit afin qu'une grande partie du chlore résiduel puisse s'évaporer.

**Tableau 6 : Paramètres de production des extraits ou des thés de compost**

Paramètres / type d'effluent	EC	TCO	TCNO
------------------------------	----	-----	------

Matières premières	Matières premières autorisées par les parties 1.1 ; 1.2 et 1.4		
Ratio de mélange compost et additifs / eau (Exprimé en masse ou en volume)	1:1 à 1:100		
Aération	Non aéré	- Injection d'air répartie sur toute la surface de la cuve de fabrication - Débit continu minimum de 5 m <sup>3</sup> d'air par heure par m <sup>3</sup> de mélange	Agitation occasionnelle pendant le processus.
Durée de traitement	< 8 heures	2 heures à 4 jours	4 à 14 jours
Température	20°C +/- 3°C		
Additifs	non	Uniquement les additifs autorisés au paragraphe B.1.4	
Délai avant utilisation après production	8 heures	8 heures	Non défini

**Tableau 7 : Paramètres de production des extraits ou des thés de lombricompost**

Paramètres / type d'effluent	ELC	TLCO	TLCNO
Matières premières	Matières premières autorisées par les parties 1.1 ; 1.3 et 1.4		
Phase d'hygiénisation des matières admises en lombricompostage	Un des couples temps/températures définis au 1.3, point 1) L'attestation de réalisation de cette étape par le producteur du lombricompost doit être conservée et disponible en cas de contrôle des services compétents		
Ratio de mélange lombricompost et additifs / eau (Exprimé en masse ou en volume)	1:1 à 1:100		
Aération	Non aéré	- Injection d'air répartie sur toute la surface de la cuve de fabrication - Débit continu minimum de 5 m <sup>3</sup> d'air par heure par m <sup>3</sup> de mélange	Agitation occasionnelle pendant le processus
Durée de traitement	< 8 heures	2 heures à 4 jours	4 à 14 jours
Température	20°C +/- 3°C		
Additifs	non	Oui pour les additifs autorisés au paragraphe 1.4 de ce cahier des charges	
Délai avant utilisation après production	8 heures	8 heures	Non défini



1. Le préparateur-utilisateur élabore une fiche de préparation par procédé de fabrication selon le modèle figurant en **annexe II**. Elle est conservée pour une durée au moins égale à trois ans après la date de fabrication de chaque extrait ou thé de composts ou de lombricomposts. Le préparateur-utilisateur est en mesure de fournir l'ensemble de cette documentation en cas de contrôle des services compétents.

### 3 Autocontrôle - Gestion de la conformité des produits au cahier des charges

1. **Critères d'innocuité** : Pour chaque nouveau procédé de préparation, le préparateur-utilisateur d'extraits ou de thés de composts ou de lombricomposts vérifie l'innocuité microbiologique d'un lot produit à une fréquence minimale d'une fois par an. Il respecte notamment les critères d'innocuité précisés dans le tableau 8 en lien avec les usages envisagés au tableau 9.

**Tableau 8 : Teneurs maximales en micro-organismes pathogènes pour une utilisation des préparations sur cultures à risques microbiologique.**

	Unités	n	m	M	c
<i>E.Coli ou Enterococcaceae</i>	dans 1g ou 1 mL	3	1000 UFC/g	5000 UFC /g	1
<i>Salmonella sp</i>	dans 25 g ou mL	3	0	0	0

Avec :

n = nombre d'échantillons à tester ;

m = valeur-seuil pour le nombre de bactéries. Le résultat est considéré comme satisfaisant si le nombre de bactéries dans la totalité des échantillons n'excède pas m ;

M = valeur maximale du nombre de bactéries. Le résultat est considéré comme non satisfaisant dès lors que le nombre de bactéries dans au moins un échantillon est supérieur ou égal à M ;

c = le nombre d'échantillons dans lesquels le nombre de microorganismes peut se situer entre m et M, l'échantillon étant toujours considéré comme acceptable si le nombre de bactéries dans les autres échantillons est inférieur ou égal à m.

#### i) Fréquence des analyses

Les analyses indiquées au tableau 8 sont à réaliser lors de la première fabrication d'un produit selon un nouveau procédé de préparation (modification des paramètres de traitements et/ou d'intrants).

Il est rappelé que le producteur agricole doit assurer la qualité sanitaire de ses productions alimentaires conformément aux exigences fixées par le règlement (CE) n°852/2004 du parlement européen et du conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. Ce règlement, qui établit les règles générales en matière d'hygiène des denrées alimentaires à l'intention de chaque exploitant du secteur alimentaire, précise que la responsabilité première en matière de sécurité des denrées alimentaires lui incombe à la mise sur le marché et qu'il est nécessaire de garantir la sécurité des denrées alimentaires à toutes les étapes de la chaîne alimentaire depuis la production primaire.

## ii) Non-conformité

Le préparateur-utilisateur dispose de moyens pour la gestion des lots non-conformes.

Le devenir des préparations non conformes est défini par le préparateur-utilisateur ou l'autorité compétente conformément à la réglementation applicable à chaque situation, notamment en conformité avec la directive 2008/98/CE (élimination ou valorisation).

La gestion détaillée de chaque non-conformité est consignée par écrit.

## 4 Traçabilité pour la mise en marché des produits

Le préparateur-utilisateur met en place un système de gestion de la qualité reposant sur l'identification des dangers et la maîtrise de points critiques. Il s'assure de la conformité des matières premières et veille au respect des conditions décrites au paragraphe B.3. Il dispose des informations nécessaires pour s'assurer de cette conformité.

Le préparateur-utilisateur tient à jour et conserve les relevés de température des suivis de compostage et de la phase préalable au lombricompostage

Le préparateur-utilisateur utilise des équipements propres pour la manutention des matières premières. Il veille à bien laver et rincer les équipements servant à la manutention des matières avant compostage ou lombricompostage ainsi qu'à la manutention des composts et lombricomposts utilisés pour la fabrication des produits.

Le préparateur-utilisateur tient à la disposition de l'autorité compétente les éléments mentionnés ci-dessous.

### Registre d'origine des matières premières introduites dans les préparations

Chaque apport de matières premières est enregistré en spécifiant :

- le type de matières premières avec leur origine, interne ou externe à l'établissement (AMM ou dispense d'AMM (normes, engrais(CE), cession directe d'effluents d'élevage)
- la quantité (tonnage) ;
- la date de réception si apport de matières premières achetées et, lorsqu'elle est différente, la date d'utilisation pour la fabrication de la préparation ;
- les fournisseurs de matières premières externes à l'établissement (nom, coordonnées, le cas échéant son numéro d'élevage);
- le lieu et les modalités de stockage des matières à introduire dans les préparations.

### Registre des lots de préparations et de leurs utilisations :

- La date de fabrication **du lot de préparation**;
- la quantité fabriquée pour ce lot (tonnage) ;
- les analyses si effectuées conformément au paragraphe B.3.
- Les cultures réceptrices (avec identification des parcelles);
- Le mode d'apport réalisé ;
- Les doses d'emploi par apport ;
- Le nombre d'apport réalisés ;

## 5 Usages et conditions d'emploi

Le préparateur-utilisateur respecte pour chaque lot de préparation les usages autorisés et les conditions d'emploi spécifiées dans le tableau 9. Ces préconisations d'usages sont autorisées sans préjudices des autres textes réglementaires auxquels l'utilisateur final est soumis.

Le préparateur-utilisateur peut disposer de l'ensemble des usages autorisés pour les préparations destinées à la mise sur le marché (partie A) dès lors qu'il se conforme aux critères d'innocuité prévues en partie A.3 du présent cahier des charges. A défaut, il doit respecter les conditions d'usages énoncées au tableau 9 pour tout lot de préparations ne disposant pas d'analyse garantissant son innocuité chimique.

**Tableau 9 : Usages autorisés des produits en fonction des cultures pour le fabricant utilisateur**

Types de culture	Apport au sol	Pulvérisation foliaire	Trempage de semence/ plants
Grandes cultures	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé <sup>(2)</sup>	Autorisé
Arboriculture / viticulture	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé <sup>(2)</sup>	Autorisé
Cultures maraichères	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé <sup>(2)</sup>	Autorisé <sup>(2)</sup>
Prairies et cultures fourragères	Autorisé <sup>(3)</sup>		Autorisé
Cultures non alimentaires ou ornementales	Autorisé	Autorisé	Autorisé
JEVI : Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures	Autorisé <sup>(1)</sup>	Autorisé <sup>(2)</sup>	Autorisé
Sylviculture	Autorisé	Autorisé	Autorisé

(1) En cas de contact avec sur les parties consommables et respecter un délai d'apport avant récolte de 15 jours.

(2) Pas d'apport sur les parties consommables et respecter un délai d'apport avant récolte de 15 jours.

(3) Respecter un délai de 21 jours avant la mise en pâture ou avant récolte.

## ANNEXE II : Fiche d'enregistrement d'une préparation destinée à une utilisation directe

Cette fiche décrit les caractéristiques générales du produit. Elle est mise à jour par le préparateur -utilisateur lors de tout changement d'une caractéristique de fabrication de cette préparation

- Identification de la préparation

Nom de la préparation (exemple :TCO - thé de compost aéré)	
Paramètres de production (exemple : aération continu durant 2 jours)	
Teneurs en microorganismes ( <i>E. coli</i> et salmonelles)	

- Matières premières utilisées

Matières premières (y compris additifs et microorganismes)	Origine	Concentration dans le mélange (%)	Durée du compostage ou du lombricompostage (heures ou jours)	Nombre de retournements	Couple temps température atteint

En cas de fabrication sur lombricompost, inscrire les suivis et les couples temps températures atteints permettant de justifier le respect de l'étape préalable au lombricompostage décrite dans le paragraphe B.1.3.

- Mode d'application et cultures réceptrices

Mode d'apport (irrigation, pulvérisation, ...)	Dose d'apport	Culture réceptrice	Parcelles réceptrices

ANNEXE 3

Synthèse bibliographique de RITTMO  
soumise à l'Anses en appui du cahier des charges (CDC THES)



NF EN ISO 9001

**PROCEDES DE PRODUCTION,  
PROPRIETES AGRONOMIQUES ET  
UTILISATION DES THES DE COMPOST ET  
DE LOMBRICOMPOST EN TANT QUE  
MATIERE FERTILISANTE.**

---

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

*Mars 2023*

## SOMMAIRE

<b>Généralités</b> .....	<b>56</b>
Objectifs.....	56
Bases de données consultées.....	56
<b>1 Catégories et définitions des effluents liquides du compostage</b> .....	<b>57</b>
1.1 Jus ou lixiviât de compost (« <i>Compost leachate</i> »).....	57
1.2 Extrait de compost (« <i>Compost extract</i> »).....	57
1.3 Thé ou tisane de compost (« <i>Compost tea</i> »).....	58
1.3.1 Thé de compost avec aération (ACT).....	58
1.3.2 Thé de compost anaérobie (NCT).....	58
1.3.3 Complémentation par des additifs.....	59
<b>2 Production des extraits et thés de compost</b> .....	<b>59</b>
2.1 Technique de base: immersion.....	59
2.2 Technique en cuve avec aération (ACT).....	59
2.3 Technique de « l'auge ou panier» (Ingham, 2005).....	60
<b>3 Facteurs impactant la qualité des produits</b> .....	<b>61</b>
3.1 La qualité des composts.....	61
3.2 Le ratio compost / eau.....	62
3.3 La durée de l'extraction à l'eau.....	63
3.4 L'effet de l'aération.....	63
3.5 Complément nutritif.....	64
3.6 Stockage des thés de compost.....	65
3.7 Comparaison des traitements.....	67
<b>4 Effets fertilisants des extraits/thés de composts</b> .....	<b>69</b>
4.1 Présence d'éléments nutritifs.....	69
4.2 Impact sur la microflore.....	71
4.3 Impact agronomique des thés de composts/lombricomposts.....	71
4.4 Intérêts des substances humiques des extraits/thés de composts.....	73
<b>5 Biocontrôle</b> .....	<b>79</b>
<b>6 Risques associés à l'application des thés de compost</b> .....	<b>84</b>
6.1 Risque phytotoxique.....	84
6.2 Risque pathogène.....	85
<b>7 Retours d'utilisateurs</b> .....	<b>86</b>
7.1 Friedrich WENZ, OTTENHEIM, ALLEMAGNE (2019).....	86
7.2 Compte-rendu essai d'évaluation de TCO sur prairie permanente (Ferme H-Gers, France)	87
<b>8 Conclusion</b> .....	<b>88</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### TABLEAUX

Tableau 1 : Teneurs en éléments nutritifs dans différents types d'effluents liquides du compostage (données issues de la bibliographie). .....	70
Tableau 2 : Effets des acides humiques sur les cultures recensés dans la littérature selon Canellas et al. (2015). En gras, substances produites à partir d'amendement organique ; '↗' montre une augmentation de l'effet décrit, '↘' montre une diminution de l'effet décrit ; AH = Acides Humiques ; DV= Déchets Verts. ....	75
Tableau 3 : Propriétés biocontrôle des thés de compost (tiré de St. Martin & Brathwaite, 2012a) .....	81

### FIGURES

Figure 1 : Relation entre les teneurs en N total soluble et en acides humiques pour des thés de compost et le compost dont ils sont issus. ....	61
Figure 2 : Effet de l'aération sur la biomasse microbienne dans les thés de compost (ACT et NCT) en fonction du ratio lombricompost/eau (v/v) (Arancon et al, 2007). ....	63
Figure 3 : Comparaison des effets des débits d'aération sur la croissance racinaire de la laitue (Xu et al, 2015). ....	64
Figure 4 : Impact de la mélasse (A) et du varech (B) sur la croissance de E.coli dans un thé de compost de fumier bovin (Ingram et Millner, 2007) . ....	65
Figure 5 : Indice de diversité Shannon-Weaver pour les bactéries et les champignons au cours du stockage du thé à 3 températures différentes (Fritz et al, 2012). Les chiffres élevés indiquent une structure de la communauté plus diversifiée. ....	66
Figure 6 : Nombre de racines latérales émergées sur des plantules de tomate traitées avec des ACT à différentes dilutions (Pane et al., 2016). ....	71
Figure 7 : Facteurs influençant la réponse des plantes aux substances humiques (Eyheraguibel, 2004). ....	74
Figure 8 : Modes d'action des substances humiques sur les plantes (tiré de Cannellas et al, 2015). Plasma membrane(PM) H <sup>+</sup> -ATPase. NO = nitric oxide ; CDPK = calcium-dependent protein kinase. ....	74
Figure 9 : Maladies et ravageurs pouvant être contrôlés par les thés de lombricompost (tiré de Yatoo et al., 2021). ....	84

### PHOTOS

Photo 1 : Exemples de cuves aérées commercialisées (a) Greenpro solution ; (b) Geotea. .	60
Photo 2 : Exemple artisanal de la technique du panier (Diver, 2002).....	60

# Généralités

## Objectifs

L'objectif de cette synthèse bibliographique est de faire un focus sur la valorisation des extraits de composts et leurs méthodes de production. L'étude comporte trois parties :

1. les **définitions** afin de distinguer clairement les produits et les procédés en lien notamment avec les intrants utilisés, et la description des procédés de fabrications avec les paramètres tels que le mode d'obtention (trempage, ...), le ratio liquide / compost, l'aération, la durée, le mode d'agitation, l'ajout d'additifs, etc. ;
2. la **composition** aussi bien en termes de critères agronomiques qu'en termes de critères d'innocuité en lien avec ceux de l'arrêté socle commun ;
3. les **effets** fertilisants, biostimulants ou protecteurs des plantes et les facteurs impactant la qualité (**efficacité et innocuité**) selon les types d'intrants, les procédés de production, le stockage et les potentielles (re)contaminations, les modes d'usages et les différentes techniques d'application (foliaire, au sol, ...).

## Bases de données consultées

La recherche des articles scientifiques a été réalisée dans trois bases de données : SCIENTIFIEDIRECT, PUBMED et SPRINGER. Ces trois bases de données sont les principales bases dans le domaine agronomique. Néanmoins, il existe aussi d'autres bases de données de moindre importance mais qui peuvent éventuellement contenir des articles scientifiques intéressants.

En plus de cette recherche bibliographique, des documents complémentaires ont été consultés sur Internet.



## 6 Catégories et définitions des effluents liquides du compostage

La production d'effluents liquides à partir des composts a évolué à partir des pratiques historiques telles que le trempage de fumier ou de plantes dans l'eau. Les liquides obtenus, appliqués sur les cultures sont utilisés pour leurs propriétés de biostimulation et/ou de biocontrôle. Dans la littérature, nous trouvons différents termes qualifiant les différents extraits aqueux étudiés. Les définitions de ces produits issus du compostage peuvent varier en fonction des publications et des auteurs. Nous pouvons cependant distinguer 3 catégories d'effluents liquides :

- jus / lixiviat de compost,
- extrait de compost,
- thés / tisanes de compost.

Ces différents produits sont définis de manière ambiguë. Les termes ont été utilisés de façon interchangeable dans les études pour désigner des échantillons liquides obtenus à partir ou à l'aide de compost par pression, distillation, évaporation ou traitement avec un solvant (St. Martin et al. 2012). Pour commencer cette revue, nous précisons ci-dessous les définitions de ces effluents.

### 6.1 Jus ou lixiviat de compost (« *Compost leachate* »)

Le lixiviat ou jus de compost est un liquide coloré sombre qui s'écoule par gravité à la base des composts : c'est le résultat du drainage de l'excès d'eau. Il est produit pendant toute la durée du procédé de compostage et récupéré de façon passive (i) en fonction des intrants (teneur en eau), (ii) de la pluviométrie (climat) et (iii) des arrosages éventuels du compost. Il est souvent récupéré dans des lagunes à ciel ouvert et utilisé pour l'arrosage des andains en cours de compostage afin de maintenir un taux d'humidité favorable à l'activité des micro-organismes.

Sa composition est susceptible de varier avec le temps et le volume d'eau de lixiviation. Ainsi, le lixiviat initial contient les concentrations les plus élevées de matières dissoutes et particulaires et de nutriments (N, P, K, ...). Avec la quantité d'eau traversant le compost, la quantité de matériaux lessivés diminue (Chatterjee et al, 2013).

De plus, dans les premiers stades de compostage, le lixiviat peut contenir des organismes parasites ou des germes pathogènes. Pour être utilisé, ce jus de compost nécessite une stabilisation et une dilution appropriée pour une application en pulvérisation foliaire ou en ferti-irrigation.

### 6.2 Extrait de compost (« *Compost extract* »)

Les extraits de compost sont obtenus de façon volontaire par le mélange de compost avec de l'eau, dans des conditions contrôlées. Les extraits de compost peuvent également être obtenus en faisant couler de l'eau à une pression importante à travers le compost. Les organismes et les nutriments solubles peuvent être extraits des solides, en fonction de la force d'extraction appliquée. Les extraits de composts ne sont pas fermentés, ni brassés (Scheuerell et Mahaffee, 2002a) et sont produits sur des périodes très courtes (quelques heures).

Les extraits de compost se différencient également des lixiviats par le fait qu'ils sont réalisés uniquement à un stade du compostage, à savoir en fin de procédé, lorsque le compost est considéré comme mature, pour une production plus homogène.

### 6.3 Thé ou tisane de compost (« *Compost tea* »)

Les thés de compost (TCO) ou de lombricompost (TVO) sont des extraits de composts ou lombricompost qui subissent :

- une aération active, on parle alors de « *Aerated Compost Tea* » (ACT),
- une fermentation passive. L'extrait de compost n'est pas aéré, ou ne reçoit qu'une aération minimale seulement au stade du mélange initial du processus de fermentation (Litterick et Wood 2009). Il s'agit alors de « *Non-aerated Compost Tea* » (NCT).

La technique de production des thés de compost se distingue également des extraits passifs de compost par le fait qu'en plus de l'extraction physique passive (dissolution des substances organiques et minérales du compost solide), s'ajoute la transformation de certaines familles de composés organiques par la présence des micro-organismes qui convertissent les nutriments insolubles en nutriments disponibles pendant l'étape de brassage (Scheuerell et Mahaffee, 2006).

Ces traitements peuvent être réalisés avec ou sans additifs destinés à augmenter les densités microbiennes pendant la production (Scheuerell et Mahaffee, 2002a).

#### 6.3.1 Thé de compost avec aération (ACT)

Dans la méthode avec aération, le mélange est bullé et/ou agité pour favoriser la croissance des microorganismes (Ingham, 2005 ; Scheuerell & Mahaffee, 2002a). Le thé de compost aéré peut être préparé rapidement (18 à 72 heures), ce qui permet aux producteurs de réagir rapidement aux demandes, aux prévisions météorologiques et aux signes d'une épidémie (Kelley, 2004) dans le cas d'un usage biocontrôle. La production de thé de compost aéré génère généralement moins d'odeurs que le NCT.

#### 6.3.2 Thé de compost anaérobie (NCT)

Dans la méthode non aérée, il n'y a pas d'oxygène supplémentaire apporté aux microorganismes, ce qui entraîne, dans la plupart des cas, des conditions anaérobies pendant la production du thé (Scheuerell, 2003) et limite la croissance des micro-organismes (Kelley, 2004 ; Lowenfels et Lewis, 2010). La préparation de thé de compost non aéré n'excède généralement pas 4 semaines. Cependant, une durée de fermentation plus longue peut favoriser l'accumulation de composés antibiotiques qui sont supposés renforcer l'effet suppressif des jus de compost en éliminant certaines bactéries (Scheuerell, 2003). Notons que certains auteurs suggèrent que le thé de compost non aéré peut générer des odeurs.

### 6.3.3 Complémentation par des additifs

L'activité microbienne dans les 2 typologies de thés peut être augmentée grâce à l'ajout de substrats (mélasse, acides humiques, sucres,...) ou d'inoculum. Il existe cependant un débat sur la fonction et les effets de l'apport de tels additifs, notamment sur l'augmentation ou non des populations de pathogènes humains, y compris *Salmonella* sp. et *E. coli* O157: H7 (Duffy et al., 2004). En effet, plusieurs études ont conclu que la mélasse employée comme additif au thé de compost favorisait la croissance de ces pathogènes humains : des concentrations croissantes de mélasse ont créé des populations de plus en plus importantes d'agents pathogènes (Duffy et al., 2004, Kannangara et al., 2006, Durham, 2006).

## 7 Production des extraits et thés de compost

### 7.1 Technique de base: immersion

Le compost est immergé dans l'eau, avec (ACT) ou sans aération (extrait et NCT) :

- suspendus dans un sac,
- en vrac.

Quelle que soit la méthode d'extraction, la filtration du jus s'avère indispensable pour éviter le colmatage des équipements d'épandage (Ingham, 2005).

### 7.2 Technique en cuve avec aération (ACT)

L'incorporation du compost est réalisée de la même façon que la méthode anaérobie (NCT).

Il est conseillé de remplir la cuve à moitié d'eau et d'aérer pendant 30 min (déchloration si utilisation d'eau du réseau de distribution). Le compost est ensuite ajouté. L'aération fournit un flux d'air continu et crée suffisamment de turbulences pour mélanger l'infusion. Le temps de brassage se situe généralement entre 24 heures et 3 jours. Pour récolter le thé, l'aération est stoppée, puis une phase de décantation pour est déclenchée pour permettre à la plupart des solides de se déposer au fond du contenant. La partie soluble du thé est prélevée par le haut, laissant les solides insolubles qui peuvent être retournés au compost. Il peut être nécessaire de passer ce thé à travers un tamis à mailles fines pour éviter le colmatage des tuyaux.

#### Matériel

La pompe à air et le diffuseur doivent être capables de fournir suffisamment d'oxygène à l'eau de telle sorte que le niveau d'oxygène dissous ne tombe jamais en dessous de 6 mg/L, et se situe de préférence à 8mg/L (Morgan, 2017).



Photo 1 : Exemples de cuves aérées commercialisées (a) Greenpro solution ; (b) Geotea.

### 7.3 Technique de « l'auge ou panier» (Ingham, 2005).

Pour la technique du panier, le compost est suspendu sur un plateau métallique au-dessus d'un grand réservoir d'eau. L'eau est pompée du réservoir, pulvérisée sur le compost et s'écoule à travers le compost dans le réservoir. La période de brassage dure plusieurs semaines. Même si le processus de pulvérisation permet la diffusion de l'oxygène dans les gouttelettes, cela ne suffit pas à maintenir des conditions aérobies dans le thé, particulièrement si l'on ajoute des additifs comme de la mélasse, des sucres, des acides humiques ou tout autre substrat. Par conséquent, des aérateurs sont souvent utilisés pour augmenter l'agitation du liquide dans le réservoir et maintenir des conditions aérobies.

Les récipients à fond rond sont préférables pour le brassage avec cette technique.

Un des inconvénients de cette technique est l'évaporation qui peut générer une augmentation de la concentration en sels dans le thé et ainsi augmenter la conductivité électrique. De plus, la diversité des bactéries et des champignons est généralement assez limitée dans les thés ainsi produits.



Photo 2 : Exemple artisanal de la technique du panier (Diver, 2002)

## 8 Facteurs impactant la qualité des produits

De nombreux paramètres affectent la qualité des extraits/thés de compost, notamment en lien avec leur mode de production (Ingram et Millner, 2007 ; Scheuerell et Mahaffee, 2006 ; Ingham, 2005, Allahyari et al., 2015) :

- degré d'évolution du compost,
- ratio compost/eau,
- temps de brassage/fermentation,
- aération,
- nutriments ajoutés, inoculum microbien
- filtration et dilution avant l'application.

### 8.1 La qualité des composts

La majorité des auteurs attribue la qualité des extraits à ceux des intrants du compostage. Etant donné la variabilité des composts et de leurs substrats initiaux, il est difficile de prédire avec précision la quantité d'éléments nutritifs qui sera transférée dans les extraits de compost. Néanmoins, Pant et al. (2012) ont montré que les teneurs en azote et en acides humiques (dosés par fractionnement alcalin/acide) des thés de compost peuvent être corrélées à la teneur en N minéral et en acides humiques des composts (Figure 1).

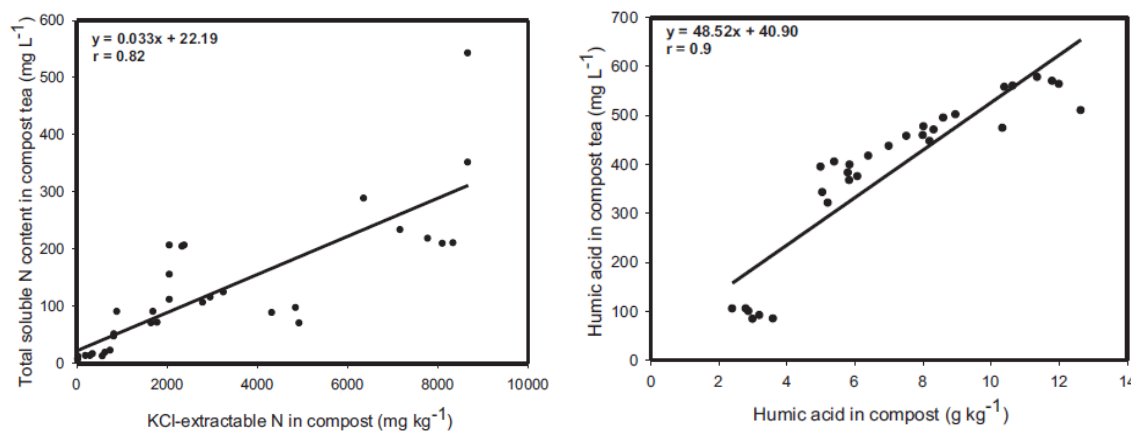


Figure 1 : Relation entre les teneurs en N total soluble et en acides humiques pour des thés de compost et le compost dont ils sont issus.

De même, Silva et al. (2014) ont étudié l'influence de la composition des mélanges initiaux, à savoir la proportion de matières premières riches en carbone (C) et en azote (N), sur la composition des groupes fonctionnels chimiques et les propriétés physicochimiques des composts. Les résultats ont indiqué que le contenu de type humique des composts était influencé par plusieurs facteurs, tels que le rapport C/N initial et la proportion de matières organiques brutes. Les matières premières riches en C ont favorisé la formation de matière organique oxydée au cours du compostage. A l'inverse, un faible rapport C/N initial a limité la stabilisation complète de la MO, ce qui a contribué à réduire la qualité des composts finaux avec une conductivité élevée.

Plus généralement, les composés biochimiques hydrosolubles contenus dans le compost sont supposés être extraits dans les thés de compost, de sorte que l'âge du compost peut contribuer à la qualité de l'extrait de compost. Il est fortement conseillé de réaliser les extraits ou thé sur un compost mature car ce dernier libère généralement davantage de nutriments minéraux solubles et moins d'acides organiques phytotoxiques et de métaux lourds que les matériaux immatures (Griffin et Hutchinson, 2007). Hall et coll. (2006) ont démontré une augmentation des quantités de Ca, de Mg, de S et de Fe dans des extraits à l'eau avec l'augmentation de l'âge du compost utilisé pour l'extrait. Chefetz et al. (1998) rapportent quant à eux une diminution de la conductivité électrique de 5,4 à 2,9 mS/cm avec l'augmentation de l'âge du compost.

Enfin, plus un compost est mature, plus il est probable qu'il contienne une biomasse élevée de champignons et/ou de prédateurs (qui aideront à la maturation du compost), tels que les nématodes bénéfiques, les protozoaires et les microarthropodes (Ingham, 2005). Les thés de compost fabriqués à partir de compost très mature et qui ont une teneur élevée en acides humiques sont considérés comme « suppressifs de la maladie » (Scheuerell et Mahaffee, 2006).

Pant et al (2012) définissent le compost adéquat pour la production de thé de compost comme un compost à texture fine, humide et exempt de pathogènes, qui contiendra des minéraux nutritifs solubles, des substances humiques, des phytohormones et des acides organiques.

## 8.2 Le ratio compost / eau

Le rapport du compost à l'eau a tendance à varier pour chaque méthode de production. Pour le NCT, la majorité des études utilisent des rapports de 1: 3 à 1:10 (V/V) (Scheuerell et Mahaffee, 2002). Pour ACT, le ratio varie de 1:10 à 1:50 et peut dépendre du type d'équipement utilisé.

Selon Ingham (2005), une proportion trop faible de compost résultera en un thé dilué avec peu de nutriments et/ou de microorganismes, alors que surcharger en compost peut limiter la circulation de l'eau et réduire l'efficacité de l'extraction.

Pant et al. (2012) ont montré que l'application de thé de lombricomposts (TVO) dilué avec de l'eau selon un rapport compris entre 1:10 à 1:100 (V/V), augmentait le rendement des plantes et la croissance des racines. La meilleure réponse pour la croissance des plantes a été observée avec des ratios de 1:10 et 1:20 (v/v).

Pour un effet biocontrôle optimal, Islam et al (2016) préconisent un ratio plus faible de 1:2,5 (V/V).

Globalement, nous pouvons supposer que plus le ratio est faible, plus la concentration en éléments solubles (C, N, P, K, ...) sera élevée. Attention toutefois à ce que l'extraction soit optimale et que les paramètres tels que le pH et la conductivité électrique ne soit pas contre-indiqués pour la fertilisation (Ingham, 2005).



### 8.3 La durée de l'extraction à l'eau

Les durées d'extraction sont très variables selon les études. Cependant, Scheuerell et Mahaffee (2002) ont noté que l'efficacité du thé de compost augmente avec l'augmentation du temps de brassage jusqu'à un maximum puis diminue. La période d'infusion du thé de compost variant selon les méthodes de brassage, la source de compost et le but de l'application du thé de compost, ce maximum doit être défini pour chaque procédé (intrants, équipements, valorisation) utilisé. Selon Ingham (2005) le temps d'infusion optimal des thés de compost aérés est de 18 à 24 heures, ce qui permet d'observer une activité maximale de la population microbienne. Les durées pour les NCT sont généralement plus longues et de l'ordre de 7 à 14 jours.

Dans l'objectif de produire un thé de compost avec des propriétés de biocontrôle, Scheuerell (2002) préconise également un temps de brassage plus long (8 à 16 jours) car cette durée augmente la concentration d'éléments extraits du compost et permet l'accumulation d'antibiotiques (potentiellement produits) qui aident à la suppression de la maladie (Scheuerell, 2003).

### 8.4 L'effet de l'aération

L'aération pendant le processus de brassage des ACT favorise la croissance et la propagation de diverses populations microbiennes extraites du compost (Ingham, 2005 ; Arancon et al. 2007), tandis que le manque d'oxygène pendant le brassage des NCT peut favoriser la croissance des pathogènes humains et végétaux (Scheuerell et Mahaffee, 2002 ; Ingham, 2005 ; Allahyari et al. 2015).

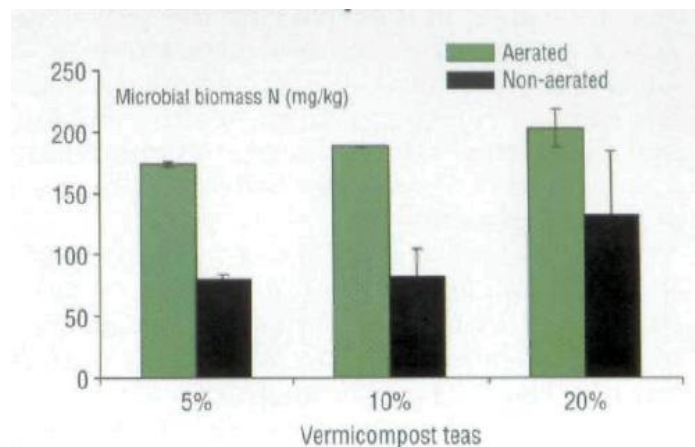


Figure 2 : Effet de l'aération sur la biomasse microbienne dans les thés de compost (ACT et NCT) en fonction du ratio lombricompost/eau (v/v) (Arancon et al, 2007).

Cependant, Pant et al. (2012) n'ont pas observé d'effet significatif sur les populations bactériennes actives de TVO ou de TCO aérés et non aérés, produits à partir de substrats différents (déchets verts ou fumier de volailles ou biodéchets) et ce, malgré une différence significative des biomasses bactériennes dans les composts avant extraction. De plus, pour Scheuerell et Mahaffee (2004b), des conditions de brassage séquentiel dans les NCT favorisent une brève période de faible teneur en oxygène qui peut permettre d'augmenter la diversité des microorganismes actifs.

Xu et al (2015) ont quant à eux comparé l'impact de l'intensité de l'aération (de 0 à 77 L/min) sur l'efficacité des ACT (fumier de porc + paille de riz) pour la croissance racinaire de la laitue. Les auteurs

ont montré que le carbone organique soluble dans l'eau, l'azote total, le phosphore total, le carbone humique et le degré d'humification des extraits de compost augmentent avec l'intensité de l'aération. Cependant, en réalisant des essais de croissance racinaire avec des apports normalisés de différents ACT obtenus sur la base de la teneur en carbone soluble, ils ont montré que le débit d'aération le plus faible (de 11 L/min) permet d'obtenir des résultats similaires aux ACT réalisés à des débits plus élevés (Figure 3). Les auteurs attribuent cela au fait qu'aucune différence dans la structure des groupes fonctionnels, du degré aromatique et d'humification des molécules n'a été trouvée parmi ces différents thés de compost.

Treatments	Root length (cm)		Germination index	
	5 mg·L <sup>-1</sup>	50 mg·L <sup>-1</sup>	5 mg·L <sup>-1</sup>	50 mg·L <sup>-1</sup>
CK	2.28 ± 0.31 b	2.22 ± 0.17 a		
AFEC-0	2.67 ± 0.08 ab	1.38 ± 0.16 b	1.04 ± 0.16 b	0.73 ± 0.14 a
AFEC-1	2.82 ± 0.30 a	1.55 ± 0.12 b	1.30 ± 0.07 ab	0.83 ± 0.07 a
AFEC-3	2.89 ± 0.44 a	1.52 ± 0.16 b	1.46 ± 0.31 a	0.73 ± 0.16 a
AFEC-5	2.74 ± 0.25 a	1.47 ± 0.21 b	1.40 ± 0.21 a	0.70 ± 0.12 a
AFEC-7	2.77 ± 0.35 a	1.55 ± 0.17 b	1.38 ± 0.21 a	0.75 ± 0.06 a

Notes. Values followed by different letters in each row are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's test. 5 mg·L<sup>-1</sup> and 50 mg·L<sup>-1</sup> represent the normalized TWSOC concentrations of compost extracts. CK, control treatment; AFEC-0, AFEC-1, AFEC-3, AFEC-5, and AFEC-7, aerated fermentation extracts of compost with 0, 11, 33, 55, and 77 L·min<sup>-1</sup> aeration quantity, respectively.

Figure 3 : Comparaison des effets des débits d'aération sur la croissance racinaire de la laitue (Xu et al, 2015).

Notons qu'en général, la production de NCT est favorisée par rapport à la production d'ACT parce que la méthode est plus simple et nécessite moins de consommation d'énergie pour produire les thés (Saint-Martin et Brathwaite, 2012). De plus, Welke (2004) a également montré que l'aération des thés de compost n'est pas essentielle pour produire des thés de composts permettant d'améliorer la croissance des plantes, à condition que la période d'extraction soit suffisamment longue.

## 8.5 Complément nutritif

Des nutriments tels que le varech, l'hydrolysate de poisson, les acides humiques, ou encore la mélasse sont ajoutés en tant que catalyseurs ou initiateurs microbiens avant le brassage pour favoriser l'enrichissement en microorganismes (Scheuerell, 2002).

Cependant, ces nutriments ne sont pas sélectifs et sont également accessibles aux micro-organismes indésirables qui peuvent être présents dans le compost. Dans leur étude, Kannangara et al. (2006) ont montré que *E. coli* pouvait se multiplier rapidement suite à l'ajout de mélasse ou de varech dans le procédé de préparation des thés de composts (Figure 4) après 48h et que cet effet est plus fort dans les NCT. Ingram et Millner (2007) ont montré que les populations de pathogènes et de coliformes fécaux étaient indétectables après 8,5 jours dans les ACT et NCT (à partir de compost de fumier bovin et de déchets verts) sans ajout de nutriments (poudre d'algues, extraits d'acides humique). En revanche, l'addition de complément a entraîné une croissance de *E. coli* O157: H7, de *Salmonella* sp. et de coliformes fécaux de 1 à 4 log UFC / g dans les ACT et NCT.



Par conséquent, les additifs doivent être ajoutés avec une extrême prudence et doivent faire l'objet d'essais expérimentaux afin de déterminer la plus-value de leur apport sur les propriétés des thés de compost en lien avec le risque pathogène (Scheuerell et Mahaffee, 2004; Ingham, 2005). Ils devraient être évités lorsque le thé de compost est utilisé sur des plantes produisant des fruits et légumes frais (Ingram et Millner, 2007).

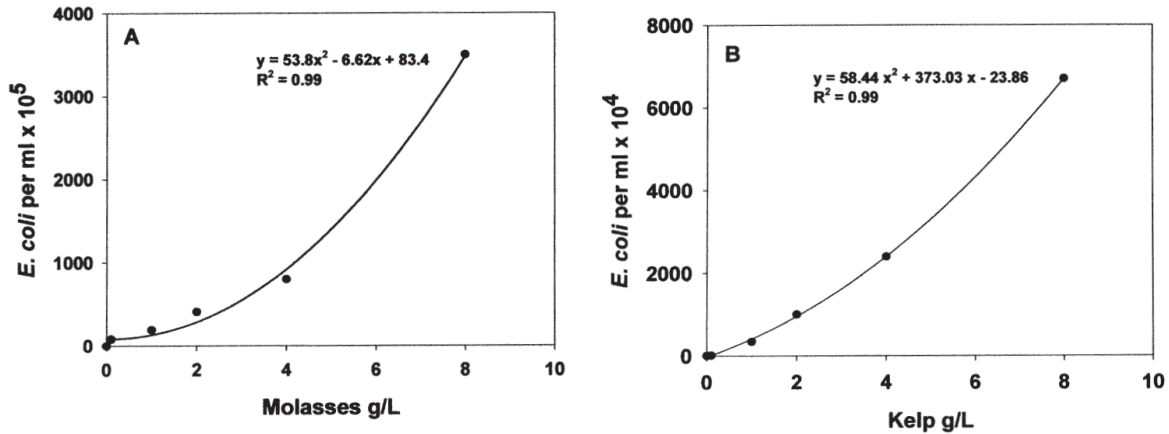
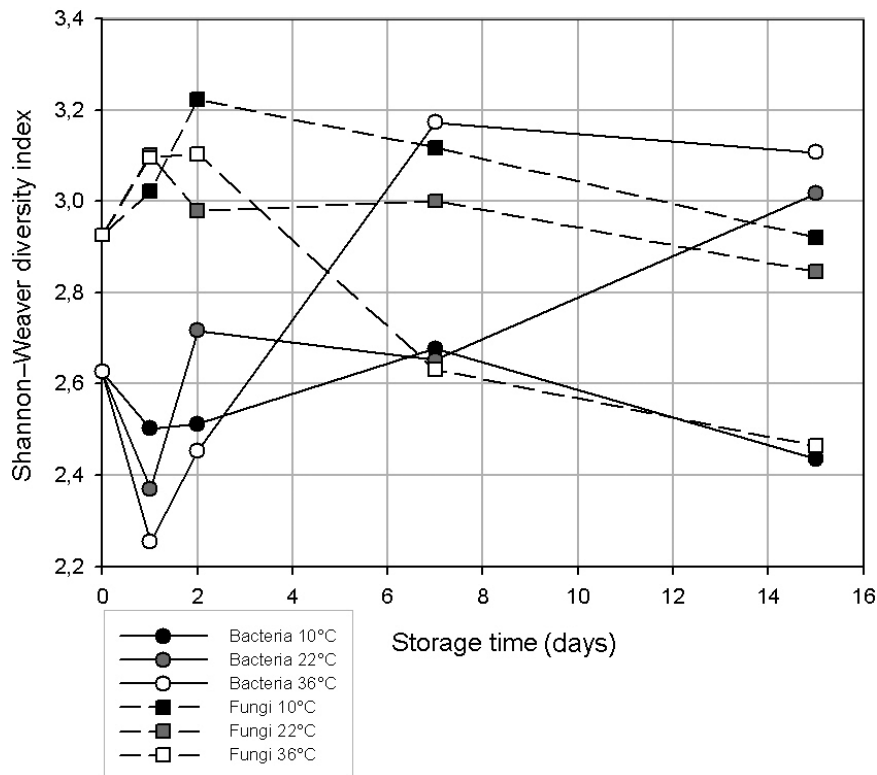


Figure 4 : Impact de la mélasse (A) et du varech (B) sur la croissance de *E.coli* dans un thé de compost de fumier bovin (Ingram et Millner, 2007) .

## 8.6 Stockage des thés de compost

Fritz et al. (2012) ont évalué la stabilité d'un ACT de lombricompost (déchets verts, fumier bovin et résidus végétaux) en termes de biodiversité, à trois températures (10, 22 et 36°C), pendant une période de 15 jours (Figure 5).



**Figure 5 : Indice de diversité Shannon-Weaver pour les bactéries et les champignons au cours du stockage du thé à 3 températures différentes (Fritz et al, 2012).** Les chiffres élevés indiquent une structure de la communauté plus diversifiée.

Après une diminution de la diversité bactérienne évaluée par l'indice de Shannon-Weaver (Fig 5 : courbes avec marqueurs ronds), les trois températures ont permis une augmentation de la diversité. La plus importante étant mesurée à 36°C et la plus faible à 10°C. Les auteurs ont conclu à une plus grande stabilité des populations pour le thé conservé à 10°C. En effet, les profils de diversité (mesurés par DGGE : électrophorèse sur gel à gradient dénaturant) des thés conservés à 22°C et 36°C après 7 jours sont différents des profils initiaux. La diversité augmente, mais les populations changent.

Pour les communautés fongiques (Fig 5 : courbes avec marqueurs carrés), la température de stockage génère l'effet inverse des populations bactériennes car l'on observe une perte de diversité à la température la plus élevée alors que les thés conservés à 10 et 22°C restent stables.

Les conditions de stockage peuvent affecter les propriétés du thé en impactant les communautés microbiennes et la composition biochimique. Il est cependant recommandé d'utiliser les thés de composts dès la fin de la production afin d'éviter des recontaminations éventuelles.

## 8.7 Comparaison des traitements

Adapté de Dearborn (2011) :

Paramètres / type d'effluent	Lixiviat	Extrait	ACT	NCT	Remarques
Degré d'évolution du compost	variable	mature	Idéalement mature. Généralement maintenu dans un contenant perforé - Acheté auprès des fabricants	Idéalement mature. Mélangé avec de l'eau dans un récipient ouvert.	La source de compost n'est pas toujours exempte de pathogènes humains et végétaux. Risque pathogène est accru avec les lixiviats.
Ratio compost / eau	/	1:3 à 1:50	Ratios de 1:10 à 1:50	ratio 1:3 à 1:10	L'eau doit être exempte d'agents désinfectants tels que le chlore ou les chloramines. Le pH optimal est compris entre 6,5 et 7,5. Un pH inférieur à 5 inhibe certains microorganismes.
Aération	non	non	Aération : nécessite de l'énergie pour fournir de l'oxygène	Pas de technologie particulière, seulement une agitation occasionnelle pendant le processus	<b>ACT</b> : nécessite une agitation constante et l'aération de grands volumes de liquide. <b>ACT</b> : n'a pas une longue durée de conservation. L'aération ajoute un coût financier
Temps de brassage	non	non	Le temps d'infusion typique est de 24 heures. Cependant, une plage de 18 heures à 7 jours a été signalée en fonction de la technologie recommandée par les fabricants	Jusqu'à deux semaines mais l'optimum doit être déterminé expérimentalement	<b>NCT</b> : des temps d'infusion plus longs empêchent la flexibilité dans la production <b>ACT</b> : un temps de préparation plus court peut entraîner des nutriments résiduels qui stimulent la croissance des agents pathogènes.
Additifs	non	non	Des nutriments comme le varech, l'hydrolysate de poisson, la mélasse et acides humiques sont souvent ajoutés pour favoriser la croissance des organismes utiles. Ajout d'inoculum microbiens recommandés avant l'application	Les inoculum nutritifs et microbiens peuvent être ajoutés mais non requis	Les nutriments tels que la mélasse et d'autres sucres simples peuvent favoriser la croissance de pathogènes humains tels que <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> s'ils sont présents dans la source de compost au niveau résiduel.
Filtration/Dilution	Filtré et dilué lorsqu'il est appliqué par irrigation ou pulvérisateur pour éviter le colmatage.				Colmatage des équipements

		La filtration peut éliminer les particules en suspension qui contiennent des nutriments et des microorganismes d'intérêt
Ajout d'adjuvant (tensioactifs, agents mouillants / stabilisants UV) avant l'application	L'adjonction d'adjuvants est censée augmenter la couverture de surface pour l'application foliaire et peut réduire la fréquence d'application	

## 9 Effets fertilisants des extraits/thés de composts

De nombreux travaux ont montré que les thés de compost et de lombricompost, au même titre que les composts dont ils sont issus, peuvent agir favorablement sur la croissance, le rendement, la qualité nutritionnelle des plantes et/ou la santé des sols et des plantes (Allahyari et al., 2015 ; Welke, 2004 ; Arancon et al., 2007 ; Pant et al., 2012 ; Xu et al., 2015). L'intérêt principal dans l'application du thé de compost par rapport au compost est dû au fait que leurs effets sont plus rapides et sont considérés comme de courte durée ce qui nécessite des applications répétées, tandis que les composts agissent plus lentement sur une longue période de temps et qu'une plus grande quantité est requise (Scheuerell, 2002 ; Ingham, 2005).

Les effets des thés de compost peuvent provenir de la biomasse microbienne apportée, de la matière organique particulaire fine, des acides organiques, des substances assimilables à des régulateurs de croissance des plantes et des nutriments minéraux solubles (Edwards et al. 2006).

Les avantages potentiels du thé de compost sont importants et particulièrement pertinents pour la production végétale dans les systèmes agricoles à faibles intrants.

### 9.1 Présence d'éléments nutritifs

L'effet nutritionnel direct par l'apport d'éléments fertilisants directement assimilables pour les plantes (N, P, K, ...) dépend de la composition des jus de compost qui est elle-même reliée aux intrants, à la qualité du compostage ou encore au procédé d'extraction (voir chapitre 3). Par exemple, Marin et al. (2013) ont étudié un thé de compost dont les concentrations en éléments permettent une contribution nutritive, après dilution à 5% (v/v) dans l'eau d'irrigation, d'au moins 20% des besoins de la culture de tomate, avec principalement un apport en sulfates, potassium, calcium et magnésium. Le Tableau 10 présente les teneurs pour différents types d'effluents liquides produits à partir de compost (données issues de la littérature).

Tableau 10 : Teneurs en éléments nutritifs dans différents types d'effluents liquides du compostage (données issues de la bibliographie).

Paramètres	Unités	ACT				NCT				Lixiviat et extrait			
		Moy.	Min	Max	<i>n</i> (nb de données)	Moy.	Min	Max	<i>n</i>	Moy.	Min	Max	<i>n</i>
pH	/	7,30	5,08	9,10	62	7,53	5,90	8,20	22	7,92	6,90	8,40	5
EC	ms/cm	121,32	0,50	4 778,00	61	5,68	0,08	14,70	22	8,16	2,80	17,64	3
MS	%	1,23	nd	nd	1	nd	nd	nd	nd	1,90	1,80	2,00	2
C total	mg/l	244,23	113,52	299,34	19	216,91	216,91	216,91	1	1 000,00	nd	nd	1
C orga	mg/l	213,44	157,80	284,70	19	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
N total	mg/l	240,21	9,50	3 840,00	48	70,95	42,39	99,50	2	407,25	0,03	1 100,20	9
NH <sub>4</sub>	mg/l	40,54	0,07	258,30	34	53,43	0,15	237,60	18	382,25	8,40	894,00	6
NO <sub>3</sub>	mg/l	429,73	0,00	3 820,90	27	68,95	13,00	155,00	8	5,88	-	14,70	4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/l	98,95	6,21	1 056,83	41	118,84	8,03	229,66	4	104,98	0,04	448,37	8
K <sub>2</sub> O	mg/l	333,74	1,71	1 707,23	50	74,33	1,67	507,23	13	4 917,47	4 131,33	5 703,61	2
CaO	mg/l	238,20	2,46	1 353,80	34	283,16	16,80	1 146,60	12	501,20	142,80	859,60	2
MgO	mg/l	173,97	16,67	1 010,00	32	191,53	3,33	818,33	12	175,83	96,67	255,00	2
Na <sub>2</sub> O	mg/l	268,97	34,17	878,78	23	285,29	9,43	823,52	11	1 128,13	849,13	1 407,13	2
Cl <sup>-</sup>	mg/l	159,75	128,00	177,00	15	103,78	16,00	184,00	11	1 281,00	193,00	2 949,00	5
SO <sub>4</sub>	mg/l	74,77	1,32	353,00	19	76,12	1,36	626,00	11	28,00	nd	nd	2
AH	mg/L	321,69	94,90	556,50	20	nd	nd	nd	nd	39,60	25,00	62,00	5
AF	mg/L	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	20,60	13,00	29,00	5

## 9.2 Impact sur la microflore

Taha et al. (2016) ont montré que dans un sol sableux, l'utilisation de thé de compost combinés avec  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (1g/L) augmentait significativement la population de bactéries, notamment les fixatrices de  $\text{N}_2$ , ainsi que les champignons. De plus, les plantes de radis pulvérisées et irriguées avec du thé de compost ont produits davantage de biomasse fraîche et sèche que les témoins, et une augmentation des absorptions de N, P et K par les plants a été observée. Néanmoins, les résultats obtenus varient en fonction du type de thé de compost (TCO) utilisé ainsi que du type de culture. Par exemple, Bali et al. (2021) ont évalué l'effet de thé de compost (50 %) et de lombricompost (50 %) sur la diversité des communautés bactériennes du sol ainsi que leurs effets sur la stimulation de la croissance du soja et on conclut que, l'utilisation de ce thé n'avait aucun effet sur la diversité microbienne du sol ni sur la croissance des plants de soja.

## 9.3 Impact agronomique des thés de composts/lombricomposts

Il a été observé que les thés de compost stimulaient la germination des graines de tomate (St. Martin et al., 2012a ; Dukare et al., 2011) et des résultats similaires ont été rapportés avec le haricot vert (Tam et Tiquia, 1994). Dans l'étude de Pane et al. (2016), des essais *in vitro* (pulvérisation foliaire) avec des ACT (résidus de culture de tomate, de scarole et copeaux de bois) ont montrés que la prolifération des racines secondaires chez les plantules de tomate a été significativement stimulée, en comparaison avec le contrôle hydrique qui n'a montré aucun effet (Figure 6). Les traitements organiques ont induit l'émergence d'un nombre de racines latérales variant en moyenne entre 1 et 6, avec une corrélation inverse avec la concentration appliquée.

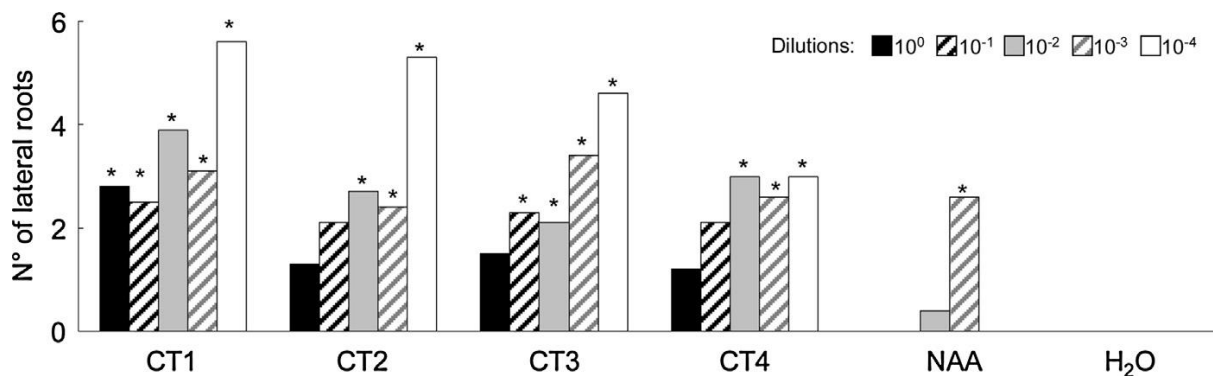


Figure 6 : Nombre de racines latérales émergées sur des plantules de tomate traitées avec des ACT à différentes dilutions (Pane et al., 2016).

Plusieurs auteurs ont attribué la **stimulation de la germination des graines** et l'**effet stimulateur racinaire** à une petite fraction de molécules de masse moléculaire inférieure à 3500 Da, composants des substances humiques présentes dans le compost (Nardi et al., 2002 ; Chen et al., 2004). Les fractions humiques présentent des effets importants sur la rhizogénèse. Les réponses se traduisent par un accroissement du nombre et de la longueur des racines pour de faibles concentrations d'acides humiques et fulviques (50 à 100 mg de carbone par litre). Le poids frais des racines peut aussi être augmenté pour des doses allant de 2 500 à 5 000 mg/L d'acides humiques (Hartwigsen and Evans, 2000).

De plus, ces 5 dernières années, plusieurs études sur les thés de composts ont démontré leur capacité à **améliorer la production de cultures maraichères** dans divers substrats. En 2017, une expérience a été menée pour étudier l'effet de TCOs sur la croissance du liseron d'eau dans un système aquaponique (Bethe et al., 2017). Les résultats ont montré que l'application foliaire bihebdomadaire de thés de compost de légumes a amélioré le rendement de culture du liseron d'eau de 25,3 % comparé au témoin sans traitement et après 180 jours de culture.

Par ailleurs, une analyse comparative a été menée par Zaccardelli et al. (2018) sur l'impact d'un mélange de deux TCOs sur la production de poivrons (*Capsicum annuum L.*) en champ (sol limoneux) sur deux années consécutives. Ils ont observé que l'application hebdomadaire des TCOs dilués (10 % v/v) par pulvérisation foliaire a augmenté la production des poivrons (en termes de nombre de fruits) de 21,9 % la première année et de 16,3 % la seconde année.

La croissance d'autres solanacées et une cucurbitacée (le melon) sous l'effet de TCOs a également donné des résultats intéressants en ce qui concerne leur action en tant que **biostimulants**. Dans leur étude, Villecco et al. (2020) ont prouvé l'efficacité de 7 TCOs préparés à partir de divers composts de déchets végétaux ou de digestat solide sur la production de plantules végétales en pépinière, en tant que biostimulant et traitement phytosanitaire. Les TCOs ont été incorporés à l'eau d'irrigation (1:10 v/v) avec une application hebdomadaire par pulvérisation foliaire pendant 3 semaines, ce qui a eu un impact positif comparativement aux témoins, sur la croissance racinaire (+9,1 %) et le diamètre des tiges des tomates (+12 %). D'autre part, ils ont amélioré la croissance racinaire des piments (+8,1 %) mais aussi le nombre de feuilles (+ 2,6 %) et la biomasse fraîche des melons (+ 8,2 %). Un essai en champ sur sol sableux (Mohamed et al., 2021) a par ailleurs démontré l'efficacité de thés de compost mature de plantes combiné à un extrait d'algues (3 g/L) sur la stimulation de la croissance du piment doux. Le TCO combiné à l'extrait d'algues a été appliqué par application foliaire à une dose de 10L/100m<sup>2</sup>, 15 jours après la transplantation des plants, puis toutes les 2 semaines.

En 2019, c'est l'effet de l'irrigation racinaire partielle en combinaison avec un TCO sur la croissance, la physiologie, le rendement et la qualité de tomates qui était étudiée (Hakim et al., 2019). Le TCO utilisé a été préparé à partir d'un mélange de compost maison et de fumier de vache puis incorporé à l'eau d'irrigation (1:4). Les plants de tomates cultivés sous serre ont été arrosés deux fois par jour avec le TCO dilué par goutte à goutte (placé de part et d'autre des racines). **L'amélioration de la qualité et le rendement des tomates** a été reporté. En effet, le TCO a augmenté la taille des tomates (+7,4 %), la masse fraîche des fruits (en kg/plant, +47,4 %), le nombre de grappes (+29,5 %), le nombre de fruits par grappes (+ 27,2 %) et la teneur en lycopène (en µg/g, +6,1 %) des tomates, dans le cas d'une irrigation goutte à goutte conventionnelle. Tandis que dans le cas d'une irrigation partielle et la mise en place d'un assèchement alterné des racines, le TCO a augmenté mais en moindres mesures, la taille des tomates (+5,5 %), la masse fraîche des fruits (kg/plant, +44,4 %), le nombre de grappes (+23,4 %), le nombre de fruits par grappes (+21,4 %) et la teneur en lycopène des tomates (µg/g, +3,8 %). Des résultats similaires ont été obtenus en conditions normales en champ (sol sableux limoneux) sur deux variétés de haricots verts (*Bean Cora* et *Haricot Contender*) (Ibrahim et al., 2021). Dans cette étude, les traitements comprenaient deux doses de TCO non dilué à 50 et 100 litres/hectare. L'utilisation de TCO à 100 L/ha s'est avéré plus efficace que le traitement à 50 L/ha et a significativement augmenté à la fois la hauteur du couvert, le nombre de branches et de feuilles par plants, la superficie des feuilles, la masse sèche ainsi que le nombre, la longueur et le poids des gousses par plant. Une autre étude en champ et sur sol limono-sableux a été réalisée avec une culture d'oignons (Orden et al. 2021). Les résultats obtenus ont montré que du TCO préparé à partir d'un mélange de fumier de bétail, chaume



d'avoine et résidus d'oignons (1:1:1 v/v) et épandu à une dose de 300 kg N/ha garantit un rendement de 20 à 30 T/ha, ce qui est similaire à un rendement en agriculture conventionnelle.

Une autre étude sur les tomates a quant à elle étudié l'effet de TCO en tant que biostimulant du développement des racines (González-Hernández et al. 2022). Le TCO a été préparé à partir de compost de déchets végétaux et d'élagage puis dilué dans de l'eau distillée stérile (1:5). Il a ensuite été ajouté au milieu de culture solide (Solution d'Hoagland + eau + TCO) sur lequel des graines de tomates germées ont été semées. Après 7 jours de culture à l'obscurité, le TCO a stimulé la croissance des racines primaires en termes de longueurs, ainsi que l'augmentation du nombre de racines latérales.

Une autre perspective d'utilisation des TCOs est son utilisation en combinaison avec des microorganismes afin d'améliorer la qualité des cultures ainsi que leur rendement. Un essai mené par Ros et al. (2020) a testé l'effet de thés de composts de déchets d'oignons (67,6 %) et de résidus de vigne (32,4 %) combiné ou non avec un microorganisme bénéfique (*Trichoderma harzianum*) sur le rendement de jeunes plants d'épinard en début et fin d'hiver. Le TCO a été dilué (1:9 v/v) puis appliqué par pulvérisation hebdomadaire (14 fois durant tout l'hiver). Les résultats ont montré que l'application de TCO a augmenté à la fois le rendement et la qualité (contenus phénoliques, capacité anti-oxydante...) des épinards par rapport au témoin et cet effet a été accentué avec l'ajout du microorganisme.

#### 9.4 Intérêts des substances humiques des extraits/thés de composts

Le processus de compostage convertit une partie de la matière organique initiale en humine, acides humiques et acides fulviques. Ces constituants sont présents dans le lixiviat de compost à la fois sous forme dissoute et colloïdale. La structure chimique exacte de cette matière organique (dissoute et colloïdale) diffère selon le type de matière première, les conditions de compostage et l'âge du compost (Chatterjee, 2013).

De nombreux facteurs rendent l'étude des effets des substances humiques sur les plantes difficile. En effet, la nature et l'intensité des réponses peuvent varier en fonction des substances humiques, des plantes, des conditions expérimentales et du mode d'application (sol, substrat solide, solution nutritive ou application foliaire) (Eyheraguibel, 2004, Figure 7). Généralement, l'impact des fractions humiques augmente avec la concentration mais de trop fortes doses présentent un effet inhibiteur.

Enfin, les espèces végétales réagissent différemment aux stimulations des substances humiques et les effets observés varient par leur nature et leur intensité (Piccolo, 1996). Les traitements humiques affectent principalement la croissance et le développement des graines, des plantules ou des plantes entières. Des effets spécifiques s'observent sur les organes, les cellules ou le métabolisme secondaire.

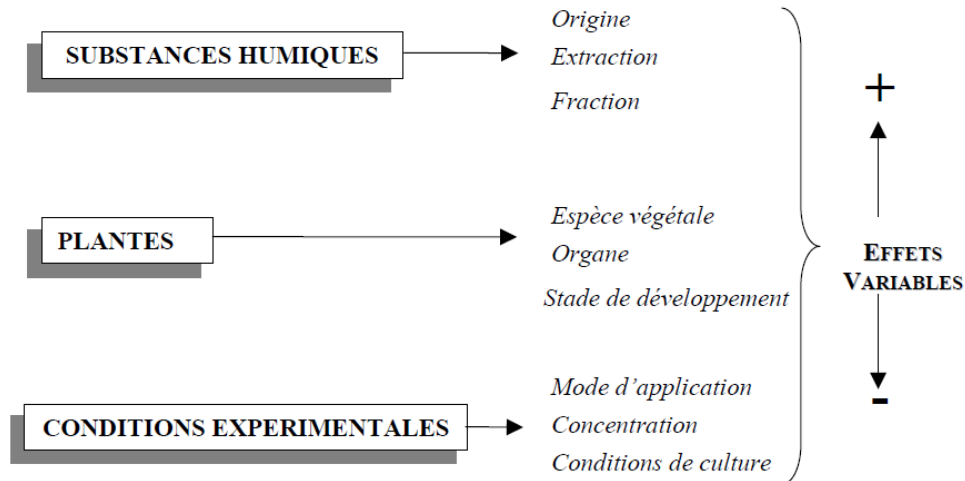


Figure 7 : Facteurs influençant la réponse des plantes aux substances humiques (Eyheraguibel, 2004).

Larbi (2006) divise les raisons de l'effet bénéfique des substances humiques sur la croissance des plantes en deux classes :

- les effets directs (influence de la perméabilité des membranes, stimulation de la synthèse des protéines, effet hormonal, accroissement de la photosynthèse, influence des activités enzymatiques),
- les effets indirects (solubilisation des oligoéléments, réduction de la toxicité de certaines molécules, stimulation de l'activité microbienne).

Les données actuelles suggèrent que les effets biostimulants des substances humiques des extraits de composts sont caractérisés par des changements structuraux et physiologiques dans les racines et les pousses liés à l'absorption, à l'assimilation et à la distribution des nutriments. En outre, ils peuvent induire des changements dans le métabolisme primaire et secondaire des plantes liés à la tolérance au stress abiotique qui modulent collectivement la croissance et la vigueur des plantes (Figure 8).

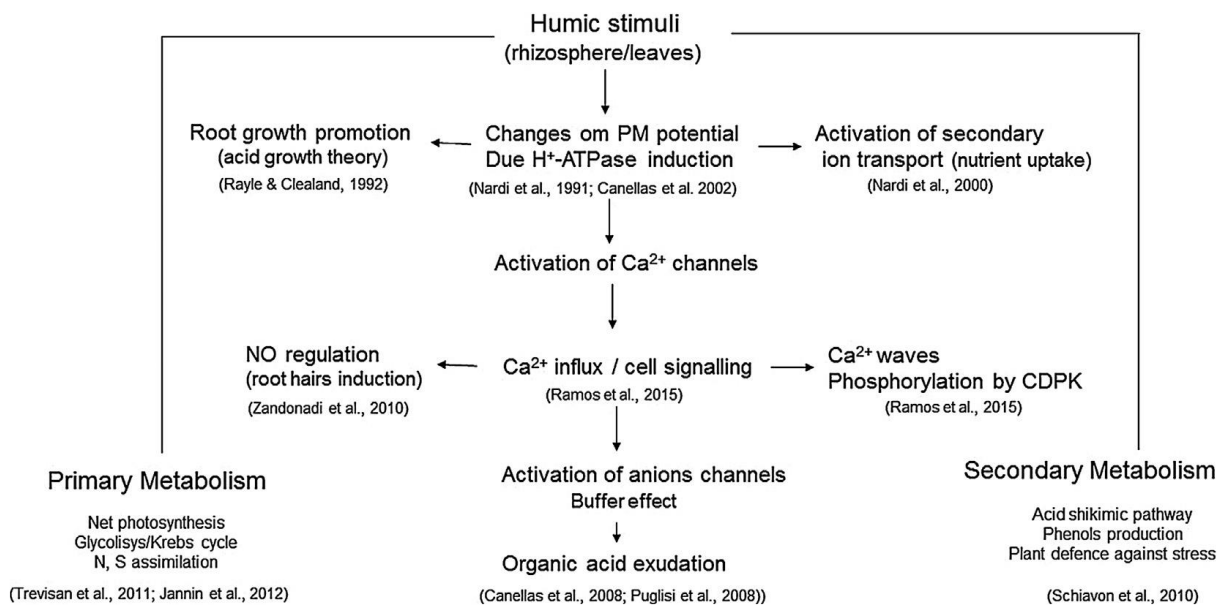


Figure 8 : Modes d'action des substances humiques sur les plantes (tiré de Canelas et al, 2015). Plasma membrane(PM) H<sup>+</sup>-ATPase. NO = nitric oxide ; CDPK = calcium-dependent protein kinase.

Le tableau 2 présente des effets liés à l'apport de substances humiques sur les cultures recensés dans la littérature (Canellas et al., 2015).

**Tableau 11 : Effets des acides humiques sur les cultures recensés dans la littérature selon Canellas et al. (2015).** En gras, substances produites à partir d'amendement organique ; '↗' montre une augmentation de l'effet décrit, '↘' montre une diminution de l'effet décrit ; AH = Acides Humiques ; DV= Déchets Verts.

TYPE DE CULTURE	DESCRIPTION DE L'ESSAI	EFFET OBSERVE	REFERENCE	DATE
Abricot	Spray foliaire et sol à différentes doses	+ 16 à 33% de rendement	Fathy et al.	2010
Brazilian red-cloak and sanchezia	<b>AH obtenus à partir de lombricompost, à différentes doses, essai en serre</b>	+ 140% de racines adventives	Baldotto et Baldotto	2014
<i>Vicia faba</i> (fève)	AH appliqués directement sur les graines	↗ germination, rendement, absorption de nutriments, masse et longueur racinaire	Akinci et al	2009
Broccoli	<b>Substances humiques extraites par fractionnement biochimique à partir de compost (paille de riz, tiges de coton et cannes de maïs) en utilisant du KOH 0,1 M (1:7 w/v) ; Substances humiques + NPK pour test ferti et fertirrigation au champ (sol sableux)</b>	+ 15% de rendement et meilleure utilisation des nutriments	Selim et Mosa	2012
Calatha insignis	Acides humiques combinés à des biochars en serre	+ 57% du nombre de rameaux, +45 % de la taille des feuilles et + 89% du nombre de feuilles	Zhang et al	2014
Chicorée	<b>AH extraits d'un compost de DV par fractionnement biochimique avec KOH 0,1 N (1:10 w/v) pendant 24h à température ambiante. Apport au sol, essai en serre de 0 à 8 g de AH / kg de sol</b>	De + 9% (250 mg AH) à +69% (4 g AH) de la masse fraîche. La dose 8 g est plus faible que celle obtenue à 4 g.	Valdrighi et al	1996
Chrysanthème	AH + NPK comme fertilisant en spray foliaire, essai en serre	↗ masse aérienne et racinaire avec la dose. +33 % de la taille des fleurs	Fan et al	2014
Haricot vert	Acides humiques et fulviques extraits de mines de charbons + solution nutritive en hydroponie	Influence sur la cinétique d'absorption du K ; + 41% d'absorption nutriments dans les racines	Rosa et al	2009
Haricot vert	Humate de potassium combiné à des micronutriments et de la chitosane en spray foliaire, essai au champ	+ 25-35% de rendement	Ibrahim et Ramadan	2015

Concombre	20 à 2000 ppm d'acides fulviques dans une solution d'Hoagland	↗ de la taille du fruit, du développement, de l'absorption de nutriments et de la floraison	Rauthan et Schnitzer	1981
Croton et hibiscus	<b>AH de lombricompost à différentes doses, essais en serre</b>	Accélération d'apparition de boutures	Baldotto et al.	2012
Cymbidium sp.	<b>AH de fumier à différentes doses, essais en serre</b>	↘ du temps d'acclimatation	Baldotto et al.	2014

TYPE DE CULTURE	DESCRIPTION DE L'ESSAI	EFFET OBSERVE	REFERENCE	DATE
Aubergine	Spray foliaire d'une solution commerciale d'AH avec ajout d'azote, essais au champ	↘ du temps d'acclimatation ; + 23 à 63% de rendement ; ↗ l'utilisation de l'azote	Azarpour et al.	2012
Vicia faba	Solution commerciale d'AH complétée avec des acides aminés comme traitement foliaire, essai au champ	↗ de la croissance et de la teneur en minéraux dans la plante ; ↘ des attaques liées aux tâches brunes et à la rouille	El-Ghamry et al.	2009
Ail	AH extraits de tourbe en pulvérisation foliaire, essais au champ	↗ de l'efficacité des solutions minérales ; + 1,96 à 2,28 % de la concentration en acides pyruviques (indicateur d'âcreté)	Denre et al.	2014
Ail	Mix <i>Azobacter</i> , <i>Azospirillum</i> et <i>Klebsiella</i> + AH, essais en champs	↗ de 2 à 6% du rendement et de la qualité des bulbes (capacités de stockage)	Abdel-Razzak et El-Sharkawy	2013
Glaïeul	<b>AH de compost en apport sur les bulbes. Essais en serre</b>	↗ de la croissance ; floraison accélérée	Baldotto et Baldotto	2013
Raisin	Spray foliaire d'AH à différents stades de croissance	↗ de la masse, taille et de la qualité (taux d'acides, solides solubles...) des baies	Ferrara et Brunetti	2010
Laitue	<b>AH de lombricompost en spray foliaire, essai au champ (jardin urbain)</b>	↘ de la durée du cycle de croissance	Hernandez et al.	2015
Melon	<b>Thé de compost enrichi en microorganismes</b>	↗ rendement fruit (+ 18% masse fraîche), de la forme du fruit et de l'absorption	Naidu et al.	2013

		des nutriments ; √ des attaques de mildiou		
Oignon	Substances humiques issues de léonardite appliquées au substrat, essai en serre	de + 42 à +102 % de la masse fraîche racinaire	Bettonia et al.	2014
Oignon	AH en solution avec hormones ou micronutriments, essai au champ	+ 26% du nombre de bulbes commercialisables	Boyhan et al.	2001
Oignon	Spray foliaire d'AH et d'acides aminés + doses d'azote, essai au champ	+ 5 à 6% du rendement global	Kandil et al.	2013
Gombo (Okra)	Extraits de compost combinés à Trichoderma, spray foliaire, essai au champ	↗ des pousses aériennes, de la longueur racinaire, de la taille et du nombre de feuilles ; √ de l'attaque de pourritures humides de 76%	Siddiqui et al.	2008
Pêche	Spray sol et foliaire d'une solution commerciale de substances humiques	+ 80% du rendement en fruits	Mansour et al.	2013
Poivre	Substances humiques de compost et léonardite appliquées au substrat, essai en serre	+ 560% (???) de la masse sèche	Azcona et al.	2011

TYPE DE CULTURE	DESCRIPTION DE L'ESSAI	EFFET OBSERVE	REFERENCE	DATE
Poivre	Application foliaire et au sol d'AH, essais en serre	↗ de la masse moyenne des fruits, du rendement précoce et total	Karakurt et al.	2009
Poivre	Substances humiques solubles, essai en serre	↗ de l'absorption N ; + 13% de rendement	Varga et Ducsay	2003
Ananas	<b>AH de lombricompost combiné à des microorganismes, essais en serre</b>	↗ de la croissance des plantes et adaptation à l'environnement extérieur	Baldotto et al.	2010
Pomme de terre	Acides humiques et fulviques du commerce, application sol et feuilles, essai au champ	+ 13% de l'absorption des nutriments et de la masse des tubercules ; √ des attaques du cœur creux	Suh et al.	2014
Pomme de terre	AH du commerce appliqués au sol, essais au champ	+ 11 à 22% de rendement	Seyedbagheri	2010
Fraise	<b>Lixiviats de lombricompost en spray foliaire, essai au champ</b>	10-14% de rendement fruit ; √ des attaques de pourritures grises	Singh et al.	2010

Fraise	Solution commerciale d'AH en spray foliaire, essai en hydroponie	+33% de rendement, ↗ fermeté des fruits et de la teneur en sucres	Farahi et al.	2013
Fraise	AH combinés à un fertilisant azoté en spray foliaire	↗ de la qualité des fruits et de la teneur en sucres; ↘ du nombre de fruits pourris ou déformés	Neri et al.	2002
Fraise	AH en fertirrigation, essai au champ	↗ de l'utilisation des nutriments	Ameri et Tehranifar	2012
Tomate	<b>Acides humiques et fulviques issus de compost, essai en hydroponie</b>	Augm avec la dose de la taille des pousses aériennes et racinaires,	Lulakis et Petsas	1995
Tomate et concombre	<b>AH issus de lombricompost, essais en serre</b>	↗ croissance plants tomates et concombres	Atiyeh et al.	2002
Tomate	<b>AH issus de lombricompost + microorganismes, application sol et feuilles, essai au champ</b>	+ 44-80% rendement fruit ; ↘ des attaques de <i>Phytophthora infestans</i>	Olivares et al.	2015
Tomate	Différents AH issus de sols de forêt mélangés à une solution nutritive, essai hydroponie	+ 63 à 436% de la photosynthèse aux stades végétatifs, ↗ teneur en sucres dans les fruits	Haghighi et Teixeira da Silva	2013
Laitue	<b>ACT (36 h) de fumier de porc et paille de riz (3:1 v/v) à 5 et 50 mg/L de carbone organique total soluble dans l'eau et plusieurs débit aération (0 à 77L/min)</b>	Inhibition de la germination des graines et de la croissance des racines de la laitue (30 à 37%) pour la dose 50 mg/L. ↗ la germination et la taille des racines (10% au maximum) à la dose 5 mg/L	Xu et al	2015
Fruit de la passion	AH en spray foliaire	+ 124% de la masse sèche des racines	Cavalcante et al.	2013

## 10 Biocontrôle

Les interactions qui permettent la suppression des maladies chez les pathogènes des plantes et du sol sont complexes car les maladies causées par les agents pathogènes se produisent dans un environnement dynamique. D'une part, les propriétés physiques et chimiques des nutriments dans les thés de compost, les composants humiques, ou une combinaison des deux, peuvent améliorer l'état nutritionnel des plantes, être directement toxiques pour le pathogène et/ou induire une résistance au pathogène (Koné et al., 2010). D'un autre côté, on pense que les thés de compost agissent comme un contrôle biologique des agents pathogènes en favorisant la croissance de bactéries bénéfiques sur les surfaces des feuilles et des racines (Dianez et al., 2007). Le niveau de population microbienne dans les thés de compost nécessaire pour déterminer la suppression a été largement discuté. Scheuerell et Mahaffee (2004) ont émis l'hypothèse que la concentration de  $10^6$  UFC/ml de bactéries cultivables dans le thé de compost représente la concentration bactérienne minimale pour générer un effet de suppressif.

La microflore semble ainsi être la principale responsable de l'effet suppressif et exerce son action par les mécanismes suivants (qui ne s'excluent pas mutuellement) :

- Antibiose : certains organismes bénéfiques peuvent produire des antibiotiques ou d'autres substances toxiques pour les organismes pathogènes. Par exemple, *Pseudomonas* sp. produit du cyanure d'hydrogène 2,4-diacétylphloroglucinol et de la pyolutéorine qui interfèrent directement avec la croissance de divers pathogènes (Haas et Défago, 2005). Diánez et al. (2006) ont signalé que l'inhibition de la croissance de neuf champignons pathogènes, y compris *Rhizoctonia solani* et *Pythium aphanidermatum*, était due aux sidérophores excrétés par les microorganismes présents dans le thé de compost de marc de raisin,
- concurrence : lorsque des microorganismes bénéfiques sont présents dans un milieu de croissance, ils ont tendance à concurrencer les pathogènes ou les champignons pour la source de nourriture,
- résistance induite : certains microorganismes bénéfiques colonisant les racines ou le feuillage des plantes confèrent une résistance aux plantes en activant des gènes qui augmentent la tolérance des plantes à l'infection par des pathogènes (Haas et Défago, 2005),
- parasitisme : certains microorganismes bénéfiques peuvent se nourrir de pathogènes spécifiques. Par exemple, certaines souches de *Trichoderma* sécrètent des enzymes qui digèrent la paroi cellulaire de certains pathogènes fongiques des racines (Handelsman et Stabb, 1996).

Ainsi, un certain nombre d'études indique que les communautés microbiennes de thés de compost sont nécessaires à la suppression de la maladie (Hoitink et al., 1997 ; Siddiqui et al., 2009). Bien que les mécanismes impliqués dans la suppression de la maladie ne soient pas entièrement compris, la stérilisation des composts et des thés de compost a généralement entraîné une perte de suppression de la maladie (St Martin et Brathwaite 2012).

Toutefois, certaines études ont confirmé la présence d'un effet inhibiteur dans l'ACT ou le NCT autoclavé (Elad et Shtienberg, 1994 ; Cronin et al., 1996). Dianez et al. (2007) ont constaté que la microfiltration d'un ACT préparé à partir de compost de marc de raisin n'a pas complètement éliminé

la capacité de l'ACT à supprimer divers pathogènes du sol. Les auteurs suggèrent que l'étude des activités enzymatiques impliquées dans l'effet suppressif du thé de compost est nécessaire afin de compléter les connaissances sur cette question complexe.

D'autres travaux ont émis l'hypothèse que les propriétés physicochimiques des thés de compost, à savoir la teneur en nutriments et en molécules organiques tels que les composés humiques ou phénoliques (Hoitink et al., 1997; Siddiqui et al., 2008), pourrait protéger la plante contre la maladie grâce à un meilleur état nutritionnel, une toxicité directe envers le pathogène ou une résistance systémique induite.

St. Martin & Brathwaite (2012) ont recensé les travaux étudiant le potentiel effet biocontrôle des thés et extraits de compost (Tableau 12). Des propriétés de biocontrôle sont obtenues pour des thés de compost produits avec ou sans aération. Une comparaison de l'efficacité d'ACT et de NCT dans une même étude, a souvent montré que l'aération a peu d'effet sur les propriétés suppressives des TCOs (Scheuerell et Mahaffee 2006 ; Saint-Martin et al 2012b).

Des études plus récentes ont également prouvé l'efficacité des TCOs en tant que traitements phytosanitaires. Par exemple, l'application par arrosage de TCO et ou de TVO produits à partir de résidus verts et d'élagage, a permis de démontrer l'effet suppressif élevé du TVO sur *Rhizoctonia solani* et du TCO sur *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* sur des plants de tomate cultivés sous serre, dans de la vermiculite. Après 10 semaines de culture, la croissance relative des pathogènes était estimée à 18% et 12% pour le TVO et le TCO respectivement (Morales-Corts et al., 2018). En 2020, l'étude de Villecco et al. (2020) a préconisé l'utilisation de TCOs obtenus à partir de composts de déchets végétaux pendant le semis et en remplacement partiel de fongicide (propamocarb-hydrochloride à 47,3 % et fosetyl-Al à 27,7%) pour lutter contre le mildiou lors de la production de plantules de la tomate, du piment et du melon. En 2021, González-Hernández et al. ont rapporté dans leur étude sur la culture de piment sous serre, l'effet de TCO de compost de déchets végétaux et d'élagage non dilué sur la réduction de la croissance de *Phytophthora capsici* et *Rhizoctonia solani*, qui a diminué de 37,7 % et de 38 % respectivement. A contrario, l'utilisation de TVO de déchets végétaux en tant que fongicide exclusif pour lutter contre l'oïdium de la vigne *Erysiphe necator* s'est révélé inefficace (Lecomte, 2021).



Tableau 12 : Propriétés biocontrôle des thés de compost (tiré de St. Martin & Brathwaite, 2012a)

Brewing method <sup>a</sup>	Crop	Phytopathogens	Control <sup>b</sup>	Compost type	Brewing duration	Brewing nutrients	Reference
NCT	Tomato	<i>Phytophthora intestans</i>	+	Horse-straw-soil	14 days	None	Ketterer 1990
NCT	IV <sup>c</sup>	<i>Rhizoctonia solani</i>	+	–	–	None	Weltzien 1991
NCT	Tomato	<i>Phytophthora intestans</i>	+	Not stated	7–14 days	None	Ketterer and Schwager 1992
NCT	Pea	<i>Pythium ultimum</i>	+	Cattle manure or grape marc	5–10 days	None	Tränkner 1992
Compost extract	Sweet pepper	<i>Fusarium oxysporum f.sp. vasinfectum</i>	+	Pig, horse, and cow manures	No brewing (NB)	None	Liping et al. 2001
Compost extract		<i>Pythium debaryanum</i> , <i>Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici</i> , <i>Sclerotium bataticola</i>	+	Leafy fruit compost (LFC), garden compost (GC), and crops compost (CC)	NB	None	El-Masry et al. 2002
ACT	Cucumber	<i>Pythium ultimum</i>	+	Yard trimmings, mixed vegetation (vermicompost), vegetative and animal manure-based composts	36 hours	Kelp and humic acid	Scheuerell and Mahaffee 2004
NCT			+		7–9 days	Bacterial or fungal additive <sup>d</sup>	

Brewing method <sup>a</sup>	Crop	Phytopathogens	Control <sup>b</sup>	Compost type	Brewing duration	Brewing nutrients	Reference
ACT	IV	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i> , <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> race 0, <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> race 1, <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-cucumerinum</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i> , <i>Phytophthora parasitica</i> and <i>Verticillium fungicola</i>	+	Grape marc	24 h	None	Diáñez et al. 2006
			+				
			+				
			+				
			+				
			+				
			+				
			+				
Compost extract	IV	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Radices-lycopersici</i> , <i>F. solani</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>R. bataticola</i> , <i>Pythium</i> sp. <i>Verticillium dahliae</i>	+	Cattle manure, sheep manure, vegetable based, ground straw	NB	None	Kerkeni et al. 2007
Compost extract	Okra	<i>Choanephora cucurbitarum</i> <sup>(4)</sup>	+	Rice straw and empty fruit bunch of oil palm	none	<i>Trichoderma</i> enriched	Siddiqui et al. 2008
			+				

Brewing method <sup>a</sup>	Crop	Phytopathogens	Control <sup>b</sup>	Compost type	Brewing duration	Brewing nutrients	Reference
Compost extract	IV	<i>Sclerotium rolfsii</i>	+	–	NB	None	Zmora-Nahum et al. 2008
Compost extract (NCT)	Tomato	<i>Pythium aphanidermatum</i>	+	Solid olive mill wastes (SOMW), <i>Posidonia oceanica</i> (Po), and chicken manure (CM),	6 days	None	Jenana et al. 2009
ACT	Okra	<i>Choanephora cucurbitarum</i>	+	Rice straw and empty fruit bunch of oil palm	none	None	Siddiqui et al. 2009
NCT	IV	<i>Phytophthora infestans</i>	+	Chicken manure, sheep manure (four sources; SM1–SM4), bovine manure, shrimp powder, or seaweed	14 days	None	Koné et al. 2010
Compost extract	Pepper	<i>Phytophthora capsici</i>	+	Six types of commercial compost mixes	30 min	None	Sang et al. 2010
Compost extract	IV	<i>Rhizoctonia solani</i>	–	Pig manure and straw compost	–	None	Xu et al. 2012
ACT			–				
NCT			–				

Note: <sup>a</sup> Brewing method; NCT = non-aerated compost teas; ACT = aerated compost teas.  
<sup>b</sup> Control: + treatments statistically less disease (minimum  $p = 0.05$ ) than control treatment; - treatment no difference from control treatment  
<sup>c</sup> Experimental scale: IV = *in vitro*,  
<sup>d</sup> Bacterial additive: 5 ml of Bacterial Nutrient Solution (Soil Soup Inc., Edmonds (WA)); fungal additive: 1.2 g of Maxicrop soluble seaweed powder (Maxicrop USA Inc., Arlington Heights (IL)), 2.5 ml of Humax liquid humic acids (JH Biotech Inc., Ventura (CA)), 3 g of rock dust (Target Glacial Dust; Target Products Ltd., Burnaby, B.C. (Canada)).

Tout comme les TCOs, les TVOs sont aussi connus pour leur potentiel à protéger les plantes des maladies en recouvrant la surface de leur feuilles, réduisant les sites disponibles pour l'infection pathogène ou en augmentant la population de microorganismes antagonistes (Yatoo et al., 2021). En effet, ce type de thés serait réputé pour être efficace à la fois contre les maladies qui se diffusent dans l'air et dans le sol (Egwunatum & Lane, 2009; Pane et al., 2012). Aussi, l'utilisation de TVOs aérés aurait plus d'efficacité que le TVO non aéré. Cela serait dû à l'oxygène dissous qui favoriserait la diversité microbienne (St. Martin, 2014).

Yatoo et al. (2021) a compilé les effets recensés dans quelques études menées ces 20 dernières années sur le sujet (Figure 9). On peut y lire le type de maladies ou pathogènes sur lesquels les thés de lombricompost ont un effet supprimeur ainsi que les cultures associées.

S. No	Disease/pest	Crop	Treatment	References
1.	Powdery mildew	Pea and Balsam	Vermicompost tea	Singh et al. (2003)
2.	Late blight	Tomatoes	Vermicompost tea	Zaller (2006)
3.	Foot rot	Rice	Vermicompost tea	Manandhar and Yami (2008)
4.	<i>Acalymma vittatum</i> , <i>Manduca sexta</i>	Cucumber and Tomato	Vermicompost tea	Edwards et al. (2010)
5.	Fusarium wilt	Brinjal	Vermicompost tea	Barman et al. (2013)
6.	Reniform nematode	Zucchini	Vermicompost tea	Wang et al. (2014)
7.	<i>Sclerotium cepivorum</i>	Onion	Vermicompost tea	Amin et al. (2016)
8.	<i>Meloidogyne incognita</i>	Zucchini and Cucumber	Vermicompost tea	Mishra et al. (2017)
9.	<i>Meloidogyne incognita</i> and <i>Rotylenchulus reniformis</i>	Cucumber	Vermicompost tea	You et al. (2018)
9.	<i>Meloidogyne incognita</i>	Banana plant	Vermicompost and Vermicompost tea	Awad-Allah and Khalil (2019)
10.	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tomato	Vermicompost tea	Liu et al. (2019)
11.	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tomato and bell pepper	Vermicompost tea	dos Santos et al. (2020)

Figure 9 : Maladies et ravageurs pouvant être contrôlés par les thés de lombricompost (tiré de Yatoo et al., 2021).

### **Point sur l'utilisation en tant qu'agent de biocontrôle de thés de compost en culture de betterave**

Des essais réalisés au champs sur culture de betterave (Shalaby et al., 2012) ont montrés que les traitements au thé de compost (TCO) ont induit une infestation plus faible par les insectes *Egomia mixta* Vill, *Scrobipalpa ocellatella* Boyd et *Cassida vittata* Vill, par rapport au témoin non traité. Ainsi, l'apport de thé de compost au sol (30 L/ha), appliqué 40 jours après le semis, suivi d'une application foliaire à 60, 90 et 120 jours après semis (20 L/ha) s'est avéré être le meilleur traitement contre les infestations d'insectes.

## **11 Risques associés à l'application des thés de compost**

La littérature identifie essentiellement deux risques liés à l'application des thés de compost : le risque de présence de pathogènes et une potentielle phytotoxicité.

### **11.1 Risque phytotoxique**

Selon leurs caractéristiques, les thés de compost peuvent entraîner des effets de phytotoxicité liés à la présence de molécules phytotoxiques, à une salinité excessive ou encore à un pH bas. Il est

fortement conseillé de réaliser les extraits ou thés sur un compost mature (Griffin et Hutchinson, 2007 ; Chefetz et al. 1998). Carballo et al (2009) ont également démontré l'impact positif de l'usage d'un compost mature pour éviter le risque de phytotoxicité ainsi que l'influence de l'aération et de la température lors de la production. En effet, les thés aérés et produits à basse température (10 à 20°C) ont généré moins de phytotoxicité que des thés non aérés et produits à des températures plus élevées (30°C).

## 11.2 Risque pathogène

En 2004, le Bureau national américain des normes en agriculture biologique (NOSB<sup>10</sup>) a mandaté un groupe de travail, le Compost Tea Task Force, afin d'établir une revue du risque de contamination de thés de compost par des organismes pathogènes. Les travaux réalisés ont abouti aux recommandations suivantes (Compost Tea Task Force, 2006) :

1. Le compost est autorisé si :
  - il est fabriqué uniquement à partir de matières premières autorisées par le règlement « 7 CFR § 205.203 - Soil fertility and crop nutrient management practice standard »,
  - le tas de compost est mélangé ou géré de manière à garantir que toute la matière première a été soumise à une température minimale de 55°C durant 3 jours.
2. Le lombricompost est autorisé si :
  - il est fabriqué uniquement à partir de matières premières autorisées par le règlement « 7 CFR § 205.203 - Soil fertility and crop nutrient management practice standard »,
  - les conditions aérobies sont maintenues, notamment par des ajouts réguliers de fines couches de matière organique à des intervalles de 1 à 3 jours,
  - l'humidité est maintenue à 70 - 90 %,
  - la durée du lombricompostage est d'au moins 12 mois pour les andains extérieurs, 4 mois pour les systèmes de conteneurs intérieurs ou 60 jours pour les réacteurs à flux continu.
3. Les produits réalisés à partir de déjections animales transformées mais non compostées doivent être chauffés à une température supérieure à 65 °C pendant au moins 1 heure et séchés à un taux d'humidité maximal de 12 % MB. Il est possible d'appliquer d'autres paramètres de température et de teneur en MS, à condition que ces paramètres permettent de respecter les seuils de pathogènes indiqués au point 8, ou une température équivalente de chauffage et un processus de séchage qui permette au produit d'obtenir un test de contamination pathogène par *Salmonella* et les coliformes fécaux négatif (voir point 8). Afin d'empêcher la recolonisation d'agents pathogènes dans les fumiers transformés, l'utilisation après la plantation sur les cultures dont la partie comestible est en contact avec le sol, doit être limitée aux applications sous la surface du sol uniquement.
4. Les thés de compost doivent être préparés avec de l'eau potable.
5. L'équipement utilisé pour préparer le thé de compost doit être désinfecté avant utilisation avec un agent désinfectant tel que défini par le règlement « 21 CFR 178.1010 », en utilisant des matériaux autorisés figurant sur la liste nationale (NOSB).

---

<sup>10</sup> National Organic Standards Board

6. Le thé de compost doit être produit à partir de compost ou de lombricompost conforme, selon les recommandations NOSB mentionnées ci-dessus, et comme défini dans la section « 205.203 (c) (2) » de la règle NOP.
7. Le thé de compost fabriqué sans additifs peut être appliqué sans restriction.
8. Le thé de compost fait avec des additifs peut être appliqué sans restriction si le système de production (même lot de compost, additifs et équipement) a été testé pour un TCO respectant les directives de l'EPA sur la qualité de l'eau. Les indicateurs bactériens de contamination fécale sont (US EPA, 2000) : *Escherichia coli* < 126 UFC/100 mL ou entérocoques < 33 UFC/100 mL. Au moins deux lots de TCO doivent être testés selon une méthodologie approuvée (APHA-AWWA-WEF, 1999 ; US EPA, 2000) et les valeurs moyennes doivent respecter ces critères microbiens. Chaque nouveau lot de compost utilisé pour la production de thé doit être analysé sur ces critères de pathogènes. Si les critères pathogènes sont respectés, le thé de compost peut être utilisé sans restriction, à condition qu'un test annuel soit effectué.
9. Si le thé de compost est réalisé avec des additifs et qu'aucune analyse de pathogènes n'a été effectuée, son utilisation sur les cultures vivrières est limitée sur la période de 90 à 120 jours précédant la récolte.
10. Les cultures non destinées à la consommation humaine, les plantes ornementales et les céréales destinées à la consommation humaine, sont exemptées des tests pathogènes et des restrictions d'apport de 90 à 120 jours avant récolte.
11. Les extraits de compost (c'est-à-dire tous mélanges de compost, d'eau, d'additifs et d'adjuvants) qui ne sont pas conservés plus d'une heure avant utilisation peuvent être appliqués sans restriction.
12. Des thés de compost obtenus à partir de déjections animales brutes peuvent être utilisés dans la période de 90 à 120 jours avant la récolte. L'application foliaire est interdite.
13. Les lixiviats de compost peuvent être utilisés dans la période de 90 à 120 jours avant la récolte. L'application foliaire est interdite.
14. Le thé de compost n'est pas autorisé pour la production de graines germées comestibles.
15. Les applications d'extraits ou de thés de fumiers bruts sont interdites. Le lixiviat de compost peut être appliqué au sol avec une restriction de 90 à 120 jours avant la récolte. Les applications foliaires de lixiviat de compost sont interdites.

## 12 Retours d'utilisateurs

### 12.1 Friedrich WENZ, OTTENHEIM, ALLEMAGNE (2019)

Utilisation de thés de compost en pulvérisation foliaire en cours de culture :

- Composition de l'ACT : 200L eau déchlorée + 1L compost + 30g Bioaktiv + 100g base nutritive + 200 g produit à base d'orge malté et de mycorhizes + 200 ml mélasse de canne.

- Application :
  - o **sur céréales** : apport de 10 à 50L/ha aux stades de la levée, milieu tallage, épiaison, stress ;
  - o **sur fourrage** : 1 à 2 semaines avant le fauchage.

Cela permet la production de 30 à 50 q/ha d'épeautre, de 50 à 80q/ha de maïs, de 30 à 40q/ha de soja. Les résultats varient en fonction du contexte pédoclimatique.

**Le coût estimé est de 3 euros/ha et 1 à 2 heures d'application pour 1000 litres.**

## **12.2 Compte-rendu essai d'évaluation de TCO sur prairie permanente (Ferme H-Gers, France)**

Les cahiers de l'agro-écologie Édition 2021-Retour sur deux ans d'essais des fermes du réseau Agr'eau Adour-Garonne.

Contexte : Essai mené sur la ferme H (Gers), sur une prairie permanente irriguée.

Hypothèse : Le TCO et/ou l'hydrolysate de soja autoproduits permettent des gains de productivité sur prairie permanente.

Objectif : Evaluer l'effet de ces deux produits sur une prairie permanente.

Résultats : la modalité thé de compost à 200 L/ha est la seule qui a démontré un impact positif significatif, avec un poids supérieur de +40 % par rapport aux témoins (19,21 kg contre 13,63 kg). Les essais avec des doses inférieures ont eu aussi des résultats légèrement supérieurs aux témoins (+10 %). En revanche, les essais avec de l'hydrolysate de soja produit à la ferme (AAS soja) ou de l'hydrolysate de protéines acheté dans le commerce ont obtenu des résultats faibles, voire inférieurs aux témoins.

**Le coût de production du thé de compost est d'environ 0,06 €/L, soit 12 €/ha pour une application de 200 L/ha.**



## 13 Conclusion

Les thés de compost (TCOs) ou de lombricompost (TVOs) permettent la production d'extraits aqueux qui peuvent présenter des propriétés biostimulantes et/ou des activités de biocontrôles diverses. Les effets des thés de compost peuvent provenir de la biomasse microbienne apportée, de la matière organique particulière fine, des acides organiques, des substances assimilables à des régulateurs de croissance des plantes et des nutriments minéraux solubles.

Très majoritairement les composts utilisés pour la production des thés sont des composts considérés comme matures, d'une part pour favoriser l'extraction des substances humiques et autres composés d'intérêt et, d'autre part, pour éviter la présence de contaminants tels que des pathogènes, des composés phytotoxiques ou encore de graines d'adventices. Il y a peu de différences de composition entre le thé de compost aéré et le thé de compost non aéré (à l'exception des formes d'azote minérale) et les deux typologies revendiquent des effets similaires. L'aération a principalement pour impact de stimuler l'activité microbienne aérobie et par conséquent réduit la durée de traitement pour l'obtention de thés (1-3 jours) alors qu'elle est de 7-14 jours pour l'obtention des thés par voie non aérés avec des composition similaires. Les paramètres de traitements tels que le compost initial, le ratio de mélange eau-compost, la durée, le brassage, ... ont des impact sur les caractéristiques des thés. Par exemple, plus le ratio de mélange est faible, plus la concentration en éléments solubles (C, N, P, K, ...) sera élevée.

En termes d'usage, les thés sont utilisés par différentes voies : application au sol (via un système d'irrigation : goutte à goutte, micro-asperseurs, conduite d'arrosage, pistolet, ...) ou pulvérisation foliaire. Leur utilisation est très souvent réalisées de manière répétées que ce soit pour des effets de biostimulation ou de biocontrôles. Pour les substrats hors sols, ils peuvent également être utilisés pour humidifier le milieu avant la plantation ou comme bassinage post-plantation. Un dernier usage est le traitement des semences par trempage. La filtration des thés post- production permet de facilement les utiliser avec les matériels déjà disponibles sur les exploitations agricoles (l'usage d'une maille à 400µm n'obstrue pas les buses de pulvérisation).

Pour finir, il semble que l'absence de pathogènes soit un impératif pour le bon usage des thés de compost : Eviter la présence des microorganismes pathogènes qui peuvent se développer en cas de contamination initiale du compost ou alors de présence dans les additifs apportés (mélasse, ...). Un lavage systématique après la production et la faible durée de conservation est régulièrement citée par les utilisateurs.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Razzak, H.S., El-Sharkawy, G.A., 2013. Effect of biofertilizer and humic acid applications on growth, yield, quality and storability of two garlic (*Allium sativum* L.). *Asian J. Crop Sci.* 5, 48–63.
- Allahyari, A., Gholamalizadeh Ahangar, A., Bakhsh Ravizi, S., Miri, A., Mohammadiyan, Z., Sattari A. 2015. The process of production compost tea and its usage in agriculture: a review. *Intl J Farm & Alli Sci.* 4 (2): 171-176.
- Ameri, A., Tehranifar, A., 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var: *Camarosa*. *J. Biol. Environ. Sci.* 6, 77–79.
- Akinci, S., Büyükkeskin, T., Eroğlu, A., Erdoğan, B.E., 2009. The effect of humic acid on nutrient composition in broad bean (*Vicia faba* L.) roots. *Not. Sci. Biol.* 1, 81–87.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Dick, R. and Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. *Biocycle*, 48: 51–2.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J.D., 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresour. Technol.* 84, 7–14.
- Azarpour, E., Motamed, M.K., Moraditochae, M., Bozorgi, H.R., 2012. Effects of bio, mineral nitrogen fertilizer management, under humic acid foliar spraying on fruit yield and several traits of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 7, 1104–1109.
- Azcona, I., Pascual, I., Aguirreolea, J., Fuentes, M., García-Mina, J.M., Sánchez-Díaz, M., 2011. Growth and development of pepper are affected by humic substances derived from composted sludge. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174, 916–924.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Smith, R.E.B., Olivares, F.L., 2010. Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. *Rev. Bras. Ci. Solo* 34, 1593–1600.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Soares, R.R., Martinez, H.E.P., Venegas, V.H.A., 2012. Adventitious rooting in cuttings of croton and hibiscus in response to indolbutyric acid and humic acid. *Rev. Ceres* 59, 476–483.
- Baldotto, M.A., Baldotto, L.E.B., 2013. Gladiolus development in response to bulb treatment with different concentrations of humic acids. *Rev. Ceres* 60, 138–142.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., 2014. Adventitious rooting on the Brazilian red-cloak and *sanchezia* after application of indole-butyric and humic acids. *Hortic. Bras.* 32, 426–431.
- Baldotto, L.E.B., Baldotto, M.A., Gontijo, J.B., Oliveira, F.M., Gonçalves, J., 2014. Acclimatization of orchid (*Cymbidium* sp.) in response to application of humic acids. *Ciência Rural* 44, 830–833.
- Bali, R., Pineault, J., Chagnon, P.-L., & Hijri, M. (2021). Fresh Compost Tea Application Does Not Change Rhizosphere Soil Bacterial Community Structure, and Has No Effects on Soybean Growth or Yield. *Plants*, 10(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/plants10081638>
- Bethe, L. A., Salam, M. A., Fatema, U. K., & Rana, K. S. (2017). Effects of molasses and compost tea as foliar spray on water spinach (*Ipomoea aquatica*) in aquaponics system. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(3), 203–207.

- Bettonia, M.M., Mogora, A.F., Pauletta, V., Nieves Goicoecheab, N., 2014. Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO<sub>2</sub>. *Sci. Hortic.* 180, 227–235.
- Boyhan, G.E., Randle, W.M., Purvis, A.C., Lewis, P.M., Torrance, R.L., Curry, D.E., Linton, D.O., 2001. Evaluation of growth stimulants on short-day onions. *Hortic. Technol* 11, 38–42.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A. 2015 Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticultureae*, 196. pp. 15-27.
- Carballo, T., Gil, M. V., Calvo, L. F., & Morán, A. 2009. The Influence of Aeration System, Temperature and Compost Origin on the Phytotoxicity of Compost Tea. *Compost Science & Utilization*, 17(2), 127–139.
- Cavalcante, I.H.L., Silva-Matos, R.R.S., Albano, F.G.A., da Silva Jr., G.B., da Silva, A.M., Costa, L.S., 2013. Foliar spray of humic substances on seedling production of yellow passion fruit. *J. Food Agric. Environ.* 11, 301–304.
- Chatterjee, N., Flury, M., Hinman, C., Cogger, C.G.. 2013. Chemical and Physical Characteristics of Compost Leachates – A review. Report prepared for the Washington State Department of Transportation.
- Chefetz, B., Chen, Y., Hadar, Y. 1998. Water-extractable component released during composting of municipal solid waste. *Acta Hort.* 469 : 111-118.
- Chen, Y., De Nobili, M., Aviad, T. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: Magdoff F, Ray RW, editors. Soil organic matter in sustainable agriculture. Boca Raton (FL): CRC Press. p. 103–129.
- Compost Tea Task Force – Kevin O’Rell, 2006. Formal recommendation by the national organic standards board (NOSB) to the national organic program (NOP). 11-09-06.
- Cronin, M.J., D.S. Yohalem, R.F. Harris, J.H. Andrews. 1996. Putative mechanism and dynamics of inhibition of the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* by compost extracts. *Soil Biology and Biochemistry* 28:1241-1249.
- Dearborn, Y. 2011. Compost Tea - Literature review on production, application and plant disease management. San Francisco Department of Environment Toxic Reduction Program: IPM Task Order, 3-18.
- Denre, M., Ghanti, G., Sarkar, K., 2014. Effect of humic acids application on accumulation of mineral nutrition and pungency in garlic (*Allium sativum* L.). *Int. J. Biotech. Mol. Biol Res.* 5, 7–12.
- Diénez F., Santos, M., Boix, A., De Cara, M., Trilla, S.I., Avilés, M., Tello, J.C. 2006. Grape marc compost tea suppressiveness to plant pathogenic fungi: Role of siderophores. *Compost Sci. Util.*, 14: 48–53.
- Dianez F., Santos M., Tello J.C. 2007. Suppressive effects of grape marc compost on phytopathogenic oomycetes. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 40:1–18.
- Diver S. 2002. Notes on Compost Teas: A 2001 Supplement to the ATTRA publication Compost Teas for Plant Disease Control. ATTRA, Fayetteville, AR. <https://attra.ncat.org/attra-pub/download.php?id=125>
- Duffy, B., Sarreal, C., Ravva, S., Stanker, L. 2004. Effect of molasses in regrowth of *E. coli* and *Salmonella* in compost teas. *Compost Science & Utilization* 12, 93-96.

- Dukare, A.S., Prasanna, R., Chandra Dubey, S., Nain L., Chaudhary, V., Singh, R., Saxena A.K. 2011. Evaluating novel microbe amended composts as biocontrol agents in tomato. *Crop Protect* 30:436–442.
- Durham S. 2006. Additives boost pathogens in compost tea. *Agricultural Research* 54, 22.
- Edwards, C.A., Arancon, N. Q., Greytak, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. *Biocycle*, 47, 28-31.
- Egwunatum, A., & Lane, S. (2009). Effects of Compost Age on the Suppression of *Armillaria Mellea* with Green Waste Compost Teas. *Compost Science & Utilization*, 17(4), 237–240. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2009.10702429>
- El-Ghamry, A.M., Kama, M., Abd Ghoneem, K.M., 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 3, 731–739.
- Elad, Y., et D. Shtienberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). *Crop Protection* 13:109-114.
- Eyheraguibel Boris. 2004. Caractérisation des substances humiques biomimétiques - effets sur les végétaux. Thèse de doctorat en Sciences des Agroressources, ENSAT, Toulouse. 230p.
- Fan, H.M., Wanga, X.W., Sun, X., Li, Y.Y., Sun, X.Z., Zheng, C.S., 2014. Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum. *Sci. Hortic.* 177, 118–123.
- Farahi, M.H., Aboutaleb, A., Eshghi, S., Dastyaran, M., Yosefi, F., 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of 'aromas' strawberry in soilless culture. *Agric. Commun.* 1, 13–16.
- Fathy, M.A., Gabr, M.A., El Shall, S.A., 2010. Effect of humic acid treatments on 'canino' apricot growth, yield and fruit quality. *N. Y. Sci. J.* 3, 109–115.
- Ferrara, G., Brunetti, G., 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. *Span. J. Agric. Res.* 8, 817–822.
- Fritz, J.I., Franke-Whittle, I.H., Haindl, S., Insam, H., Braun, R. 2012. Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. *Can. J. Microbiol.* 58: 836–847.
- González-Hernández, A. I., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Morales-Corts, M. R. (2022). Compost Tea as Biostimulant: Promoting Tomato Root Development. *Chemistry Proceedings*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/IOAG2022-12224>
- González-Hernández, A. I., Suárez-Fernández, M. B., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Morales-Corts, M. R. (2021). Compost Tea Induces Growth and Resistance against *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici* in Pepper. *Agronomy*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040781>
- Griffin, T.S. & Hutchinson, M. 2007. Compost maturity effects on nitrogen and carbon mineralization and plant growth. *Compost Sci. Util.* 15: 228–236.
- Haas, D., & Défago, G. (2005). Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature reviews microbiology*, 3(4), 307-319.
- Haghighi, M., Teixeira da Silva, J.A., 2013. Amendment of hydroponic nutrient solution with humic acid and glutamic acid in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) culture. *Soil Sci. Plant Nutr.* 59, 642–648.

- Hakim, A., Khatoon, M., & Gullo, S. (2019). Effect of compost tea and partial root zone drying on tomato productivity and quality. *Advances in Horticultural Science*, 33(4), Article 4. <https://doi.org/10.13128/ahsc-8129>
- Hall, S.G., Schellinger, D.A., Carney, W.A. 2006. Enhancing sugarcane field residue biodegradation by grinding and use of compost tea. *Compost Sci. Util.* 14: 32-39.
- Handelsman, J. & Stabb, E. 1996. Biocontrol of Soilborne Plant Pathogens. *Plant Cell*, Vol. 8,p 1855-1869.
- Hartwigsen, J. A. and M. R. Evans. 2000. Humic acids seed and substrate treatments promote seedling root development. *Hort Science* 35(7): 1231-1233.
- Hernandez, O.L., Garcia, A.C., Huelva, R., Martínez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N.O., Olivares, F.L., Canellas, L.P., 2015. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 225–232.
- Hoitink, H.A., Stone, A.G., Han, D.Y.1997. Suppression of plant diseases by composts. *Hort Science* 32:184–187.
- Ibrahim, E.A., Ramadan, W.A., 2015. Effect of zinc foliar spray alone and combined with humic acid or/and chitosan on growth, nutrient elements content and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants sown at different dates. *Sci. Hortic.* 184, 101–105.
- Ibrahim, A., Auwalu, M., Haruna, Y., Abdullahi, R., & Usman, A. (2021). Effects of Compost tea on Productivity of Green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties in Sudan Savanna of Nigeria. *Journal of Current Opinion in Crop Science*, 2(4), Article 4.
- Ingham, E. (2005). The compost tea brewing manual (Vol. 728). Corvallis: Soil Foodweb Incorporated.
- Ingram, D.T., Millner, P.D. 2007. Factors affecting compost tea as a potential source of *Escherichia coli* and *Salmonella* on fresh produce. *Journal of Food Protection* 70, 828–834.
- Islam, M.K., Yaseen, T., Traversa, A., Ben Kheder, M., Brunetti, G., Coccozza, C. 2016. Effects of the main extraction parameters on chemical and microbial characteristics of compost tea. *Waste Management* 52, 62–68.
- Kandil, A.A., Sharief, A.E., Fathalla, F.H., 2013. Onion yield as affected by foliar application with amino and humic acids under nitrogen fertilizer levels. *ESci J. Crop Prod.* 2, 62–72.
- Kannangara, T., Forge, T., Dang, B. 2006. Effects of aeration, molasses, kelp, compost type, and carrot juice on the growth of *Escherichia coli* in compost teas. *Compost Science & Utilization* 14, 40-47.
- Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., Padem, H., 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agric. Scand. Sect. B: Soil Plant Sci.* 59, 233–237.
- Kelley S. 2004. Building a knowledge base for compost tea. *BioCycle* 45 (6) pp 30-34.
- Koné, S.B., Dionne, A., Tweddell, R.J., Antoun, H., Avis, T.J. 2010. Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. *Biol Control* 52:167–173.
- Larbi M. 2006. Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, 161 p.
- Lecomte, L. 2021. Expérimenter le thé de compost oxygéné contre l'oïdium de la vigne *Erysiphe necator*. Biodiversité et Ecologie. [\(dumas-03669360\)](#)

- Litterick, A., Wood, M. 2009. The use of composts and compost extracts in plant disease control. In: Walters D, editor. Disease control in crops: Biological and environmentally friendly approaches. Oxford (UK): Wiley-Blackwell. p. 93–121.
- Lowenfels J., Lewis W. 2010. Teaming with Microbes: The Organic Gardener's Guide to the Soil Food Web. Timber Press, 220 p.
- Lulakis, M.D., Petsas, S.I., 1995. Effect of humic substances from vine-canes mature compost on tomato seedling growth. *Bioresour. Technol* 54, 179–182.
- Mansour, A.E.M., Ahmed, F.F., Abdelaal, A.M.K., Eissa, R.A.R., Sahrawy, O.A.M., 2013. The beneficial of using some biostimulants as a partial replacement of chemical n fertilizers in florida prince peach orchards. *J. Appl. Sci. Res.* 9, 867–871.
- Marin, F., Santos, M., Dianeze, F., Carretero, F., Gea, F.J. Yau, J.A., Navarr, M.J. 2013. Characters of compost teas from different sources and their suppressive effect on fungal phytopathogens. *World J Microbiol Biotechnol* 29:1371–1382.
- Mohamed, M. H. M., Sami, R., Al-Mushhin, A. A. M., Ali, M. M. E., El-Desouky, H. S., Ismail, K. A., Khalil, R., & Zewail, R. M. Y. (2021). Impacts of Effective Microorganisms, Compost Tea, Fulvic Acid, Yeast Extract, and Foliar Spray with Seaweed Extract on Sweet Pepper Plants under Greenhouse Conditions. *Plants*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/plants10091927>
- Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., & Gómez-Sánchez, M. Á. (2018). Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens. *Scientia Agricola*, 75, 400–409. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0439>
- Morgan. 2017. Aerated Compost Tea: A Field Guide to Production Methods, Formulas and Application Protocol.
- Naidu, Y., Meon, S., Siddiqui, Y., 2013. Foliar application of microbial-enriched compost tea enhances growth, yield and quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) cultivated under fertigation system. *Sci. Hortic.* 159, 33–40.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem.* 34:1527–1536.
- Neri, D., Lodolini, E.M., Savini, G., Sabbatini, P., Bonanomi, G., Zucconi, F., 2002. Foliar application of humic acids on strawberry (cv Onda). *Acta Hortic.* 594, 297–302.
- Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Rosa, R.C.C., Canellas, L.P., 2015. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Sci. Hortic.* 183, 100–108.
- Orden, L., Ferreiro, N., Satti, P., Navas-Gracia, L. M., Chico-Santamarta, L., & Rodríguez, R. A. (2021). Effects of Onion Residue, Bovine Manure Compost and Compost Tea on Soils and on the Agroecological Production of Onions. *Agriculture*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100962>
- Pane, C., Celano, G., Villecco, D., & Zaccardelli, M. (2012). Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. *Crop Protection*, 38, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.012>
- Pane, C., Palese, A.M., Spaccini, R., Piccolo, A., Celano, G., Zaccardelli, M. 2016. Enhancing sustainability of a processing tomato cultivation system by using bioactive compost teas. *Scientia Horticulturae* 202, 117–124.

- Pant, A.P., Radovich, T.J.K., Hue, N.V., Paull, R.E., 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Sci. Hortic.* 148, 138–146.
- Piccolo, A. 1996. Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Amsterdam, Elsevier.
- Rauthan, B.S., Schnitzer, M., 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63, 491–495.
- Ros, M., Hurtado-Navarro, M., Giménez, A., Fernández, J. A., Egea-Gilabert, C., Lozano-Pastor, P., & Pascual, J. A., 2020. Spraying Agro-Industrial Compost Tea on Baby Spinach Crops: Evaluation of Yield, Plant Quality and Soil Health in Field Experiments. *Agronomy*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030440>
- Rosa, C.M., Castilhos, R.M.V., Vahl, L.C., Castilhos, D.D., Pinto, L.F.S., Oliveira, S.O., Leal, O.A., 2009. Effect of humic-like substances on potassium uptake kinetics, plant growth and nutrient concentration in *Phaseolus vulgaris* L. R. Bras. Ci. Solo 33, 959–967.
- Scheuerell S. 2002. Compost teas and compost amended container media for plant disease control. Ph.D. Dissertation. Oregon State University, Corvallis, OR.
- Scheuerell, S., 2003. Understanding how compost tea can control disease. *Bio Cycle* 44: 20-25.
- Scheuerell, S.J. et Mahaffee, W.F., 2002. Assessing aerated and non-aerated watery fermented compost and *Trichoderma harzianum* T-22 for control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) of rose in the Willamette Valley, Oregon. *Phytopathol* 90, 69.
- Scheuerell, S., et Mahaffee, W., 2002a. Compost tea: Principles and prospects for plant disease control. *Compost Science and Utilization* 10(4):313-338.
- Scheuerell, S., & Mahaffee, W., 2004. Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 94(11):1156-63.
- Scheuerell, S.J. & Mahaffee, W.F., 2006. Variability associated with suppression of gray mold (*Botrytis cinerea*) on geranium by foliar applications of nonaerated compost teas. *Plant Disease* 90: 1201–1208.
- Selim, E.-M. et Mosa, A.A., 2012. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 175, 273–281.
- Seyedbagheri, M., 2010. Influence of humic products on soil health and potato production. *Potato Res.* 53, 341–349.
- Shalaby, G.A., El-Gizawy E.S., Abou El-Magd B.M., 2012. Effect of mineral nitrogenous fertilization and compost tea on insect infestation of sugar beet and yield characteristics. *J. Plant Prot. and Path.*, Mansoura Univ., Vol. 3 (8): 825 - 834, 2012
- Siddiqui, Y., Sariah, M., Razi, I., 2008. *Trichoderma*-fortified compost extracts for the control of *Choanephora* wet rot in okra production. *Crop Prot* 27:385–390.
- Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M., Ali, A., 2009. Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). *Sci. Hort.* 117, 9–14.
- Silva, M.E.F., Teixeira de Lemos, L., Nunes, O.C., Cunha-Queda, A.C., 2014. Influence of the composition of the initial mixtures on the chemical composition, physicochemical properties and humic-like substances. *Waste Management* 34,21–27.



- Singh, R., Gupta, R.K., Patil, R.T., Sharma, R.R., Asrey, R., Kumar, A., Jangra, K.K., 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa Duch*). *Sci. Hortic.* 124, 34–39.
- St Martin, C.C.G. et Brathwaite, R.A.I., 2012. Compost and compost tea: Principles and prospects as substrates and soil-borne disease management strategies in soil-less vegetable production. *Biol. Agric. Hortic.*, 28: 1–33.
- St. Martin, C. C. G., Dorinvil, W., Brathwaite, R. A. I., & Ramsuhag, A., 2012a. Effects and relationships of compost type, aeration and brewing time on compost tea properties, efficacy against *Pythium ultimum*, phytotoxicity and potential as a nutrient amendment for seedling production. *Biological Agriculture & Horticulture*, 28(3), 185-205.
- St. Martin, C., 2014. Potential of compost tea for suppressing plant diseases. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources*, 9, 1–38. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20149032>
- Suh, H.Y., Yoo, K.S., Suh, S.G., 2014. Tuber growth and quality of potato (*Solanum tuberosum L.*) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 55, 183–189.
- Taha, M., Salama, A., EL-Seedy, M., EL-Akhdar, I., Islam, M.S., Barutcular, C., EL Sabagh A., 2016. Potential Impact of Compost Tea on Soil Microbial Properties and Performance of Radish Plant under Sandy Soil conditions - Greenhouse Experiments. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.*, 10(8): 158-165.
- Tam, N.F.Y, Tiquia, S., 1994. Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique. *Resour. Conserv. Recycl.* 11:261–274.
- Valdrighi, M.M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., Vallini, G., 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: a comparative study. *Agric. Ecosyst. Environ.* 58, 133–144.
- Varga, L., Duclay, L., 2003. Influence of sodium humate on the yield and quality of green pepper. *Hortic. Sci.* 30, 116–120.
- Villecco, D., Pane, C., Ronga, D., & Zaccardelli, M., 2020. Enhancing Sustainability of Tomato, Pepper and Melon Nursery Production Systems by Using Compost Tea Spray Applications. *Agronomy*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091336>
- Welke, S.E., 2004. The effect of compost tea on the yield of strawberries and the severity of *Botrytis cinerea*. *J. Sustain Agric.*, 25: 57–68.
- Xu, D., Zhao, S., Xiong, Y., Peng, C., Xu, X., Si, G., ... & Huang, Q., 2015. Biological, physicochemical, and spectral properties of aerated compost extracts: influence of aeration quantity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(18), 2295-2310.
- Yatoo, A. M., Ali, Md. N., Baba, Z. A., & Hassan, B., 2021. Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00657-w>
- Zaccardelli, M., Pane, C., Villecco, D., Palese, A. M., & Celano, G., 2018. Compost tea spraying increases yield performance of pepper (*Capsicum annuum L.*) grown in greenhouse under organic farming system. *Italian Journal of Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.4081/ija.2018.991>
- Zhang, L., Sun, X.Y., Tian, Y., Gong, X.Q., 2014. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Sci. Hortic.* 176, 70–78.

## ANNEXE 4

### Revue complémentaire de la littérature scientifique conduite par l'Anses portant sur les thé/extraits de compost

#### 1. Objet

Cette annexe résume la méthodologie suivie par l'Anses pour compléter la recherche bibliographique conduite par RITTMO sur la littérature scientifique portant sur les thé/extraits de compost. En l'absence de date précise de recherche dans le rapport de RITTMO, la date de la dernière publication (février 2022 : Gonzales-Hernandez et al., 2022) a servi de référence pour définir la période de recherche (à partir de janvier 2022).

Une analyse spécifique a également été conduite pour documenter l'intérêt d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières (question 3 de la saisine).

#### 2. Méthodologie

- **Database:**

- Scopus

- **Date :**

- Recherche complémentaire : publications depuis le 01/01/22 jusqu'au 16/05/2024

- Recherche litières forestières : avant le 16/05/2024

- **Requête :**

Les requêtes ont été définies sans restreindre aux aspects agronomiques afin d'explorer les autres sujets abordés dans la littérature scientifique sur les extraits de (lombri)compost.

Les sélections ont été conduites à partir des informations données dans le titre et le résumé.

#### **Recherche complémentaire (2022-2024)**

Articles susceptibles de contenir des informations sur les extraits de compost, lixiviats de compost et thés de compost.

Mots clé : "Compost extract" ; "compost leachate" ; "\*compost tea"

TITLE-ABS-KEY ("Compost extract" OR "compost leachate" OR "\*compost tea" ) AND PUBYEAR > 2021 AND PUBYEAR < 2025

#### **Thé/extraits de compost et litières forestières**

Articles susceptibles de contenir des informations sur les extraits de compost, lixiviats de compost et thés de compost réalisés à partir de litières forestières.

Mots clé : "Compost extract" ; "compost leachate" ; "\*compost tea" ; "forest litter"

TITLE-ABS-KEY ( "Compost extract" OR "compost leachate" OR "\*compost tea" ) AND TITLE-ABS-KEY ("forest litter")

- **Critères de sélection/ exclusion (étape 1)**

#### **Inclusion**

Recherche complémentaire (2022-2024) : publications portant sur les effets agronomiques des thé/extraits de (lombri)compost

Thé/extraits de compost et litières forestières : publications portant sur les effets agronomiques des thé/extraits de (lombri)compost réalisés à partir de litières forestières

#### **Exclusion :**

- Conditions (sol, climat...) ou compost de matières organiques non représentatifs de situations françaises (e.g. conditions salines)



- Résultats se limitant à des aspects mécanistiques ou explicatifs d'un potentiel effet agronomique (composition des communauté bactériennes/fongiques du sol, germination, effets sur pathogènes) sans donnée sur l'impact agronomique global (biomasse, rendement...)
- Article en langue autre qu'anglaise et française
- Publication sur les effets sur la valeur nutritive des plantes cultivées.
- Publication uniquement sur l'impact des modes de préparation des composts sur les propriétés des composts (qualité...)
- Publication issue de conférence

### 3. Résultats de la recherche

**Tableau 1 : syntaxe de la requêtes et nombre de publications identifiés ou sélectionnés pour la recherche complémentaire (2022-2024)**

N°	Type de requête et syntaxe	Nombre de documents identifiés	Commentaires et nombre de documents sélectionnés
1	TITLE-ABS-KEY ("Compost extract" OR "compost leachate" OR "*compost tea" ) AND PUBYEAR > 2021 AND PUBYEAR < 2025	142	23

**Tableau 2 : syntaxe des requêtes et nombre de publications identifiés ou sélectionnés pour la recherche sur les thé/extraits de compost et litières forestières**

Mots clés	Syntaxe	Nombre de publications
"Compost extract" OR "compost leachate" OR "*compost tea"	TITLE-ABS-KEY ( "Compost extract" OR "compost leachate" OR "*compost tea" ) AND TITLE-ABS-KEY ("forest litter")	0

### Listes des Références bibliographiques

- Ahmed, M.E.H., M.A.G. Kararah, K.A.M.M. Abada, et H.A.M. Eldakar. « RECENT APPROACHES FOR MANAGEMENT OF TOMATO FUSARIUM WILT ». *Pakistan Journal of Phytopathology* 35, n° 2 (2023): 421-38. <https://doi.org/10.33866/PHYTOPATHOL.035.02.0839>.
- Alabi, O.D., G.D. Arthur, R.M. Coopoosamy, K.K. Naidoo, S.T. Mbanjwa, et L.P. Tshapha. « Vermicompost Leachate a Viable Bio-stimulant for Tomato Growth and Yield (Solanum lycopersicum) ». *Indian Journal of Agricultural Research* 58, n° 1 (2024): 139-44. <https://doi.org/10.18805/IJARE.AF-750>.
- Aly, A., L. Piscitelli, Y. Laarif, A. Rouifi, D. Mondelli, et G. De Mastro. « Compost tea supplied by partial root-zone drying irrigation affected growth and productivity of eggplants and cucumbers grown in succession ». *Biological Agriculture and Horticulture* 40, n° 1 (2024): 12-23. <https://doi.org/10.1080/01448765.2023.2248957>.
- Carrascosa, A., J.A. Pascual, Á. López-García, M. Romo-Vaquero, A. De Santiago, M. Ros, S.A. Petropoulos, et M.D.M. Alguacil. « Effects of inorganic and compost tea fertilizers application on the taxonomic and functional microbial diversity of the purslane rhizosphere ». *Frontiers in Plant Science* 14 (2023). <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1159823>.
- Curadelli, F., M. Alberto, E.M. Uliarte, M. Combina, et I. Funes-Pinter. « Meta-Analysis of Yields of Crops Fertilized with Compost Tea and Anaerobic Digestate ». *Sustainability (Switzerland)* 15, n° 2 (2023). <https://doi.org/10.3390/su15021357>.

- Du, D., S.J. Livesley, S.K. Arndt, C. Truong, et R.E. Miller. « The Use of Compost Tea in a Containerized Urban Tree Nursery Shows No Evident Benefits to Tree Growth or Mycorrhizal Colonization ». *Forests* 14, n° 6 (2023). <https://doi.org/10.3390/f14061195>.
- El Hayany, B., K. En-Nejmy, G.E.M. El Glaoui, M. Hafidi, et L. El Fels. « Chlorophyll performances as an indicator of compost quality: Effectiveness of liquid humic substances and compost tea ». *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 12, n° 4 (2023): 683-98. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2023.1962394.1499>.
- El-Shaieny, A.-H.A.H., H.M. Farrag, A.A.A. Bakr, et K.G. Abdelrasheed. « Combined use of compost, compost tea, and vermicompost tea improves soil properties, and growth, yield, and quality of (*Allium cepa* L.) ». *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 50, n° 1 (2022). <https://doi.org/10.15835/nbha50112565>.
- Funes-Pinter, I., G. Pisi, M. Aroca, et E.M. Uliarte. « Compost tea and bioslurry as plant biostimulants. Part 2: biofertilizer test in ornamental flowers ». *Journal of Plant Nutrition* 46, n° 13 (2023): 3041-52. <https://doi.org/10.1080/01904167.2023.2171883>.
- Ghaffari, H., M.R. Tadayon, M. Bahador, et J. Razmjoo. « Biochemical and yield response of sugar beet to drought stress and foliar application of vermicompost tea ». *Plant Stress* 5 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.stress.2022.100087>.
- González-Hernández, A.I., M.Á. Gómez-Sánchez, R. Pérez-Sánchez, et M.R. Morales-Corts. « Garden Waste Compost Tea: A Horticultural Alternative to Promote Plant Growth and Root Traits in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Plants ». *Horticulturae* 9, n° 10 (2023). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9101127>.
- González-Hernández, A.I., R. Pérez-Sánchez, J. Plaza, et M.R. Morales-Corts. « Compost tea as a sustainable alternative to promote plant growth and resistance against *Rhizoctonia solani* in potato plants ». *Scientia Horticulturae* 300 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111090>.
- Jasson, T.I., M.O. Jimoh, C.W. Daniels, F. Nchu, et C.P. Laubscher. « Enhancement of Antioxidant Potential, Phytochemicals, Nutritional Properties, and Growth of *Siphonochilus aethiopicus* (Schweinf.) B.L.Burt with Different Dosages of Compost Tea ». *Horticulturae* 9, n° 2 (2023). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020274>.
- Javanmardi, J., M.L. Dos Santos, D.K. Manter, et J.M. Vivanco. « Worm compost tea's plant growth-promoting power: is it the microorganisms or chemical properties? ». *Journal of Plant Nutrition* 47, n° 4 (2024): 583-94. <https://doi.org/10.1080/01904167.2023.2280133>.
- Jiang, X., C. Lu, R. Hu, W. Shi, L. Zhou, P. Wen, Y. Jiang, et Y.M. Lo. « Nutritional and microbiological effects of vermicompost tea in hydroponic cultivation of maple peas (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) ». *Food Science and Nutrition* 11, n° 6 (2023): 3184-3202. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3299>.
- Kaur, A., A. Kaur, et P. Ohri. « Combined effects of vermicompost and vermicompost leachate on the early growth of *Meloidogyne incognita* stressed *Withania somnifera* (L.) Dunal ». *Environmental Science and Pollution Research* 29, n° 34 (2022): 51686-702. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19264-1>.
- Luo, T., W. Lu, L. Chen, T. Min, S. Ru, C. Wei, et J. Li. « The Effects of Acidic Compost Tea on Activation of Phosphorus, Fe, Zn, and Mn in Calcareous Soil and Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Growth in Xinjiang, China ». *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00933-6>.
- Luo, T., T. Min, S. Ru, et J. Li. « Response of cotton root growth and rhizosphere soil bacterial communities to the application of acid compost tea in calcareous soil ». *Applied Soil Ecology* 177 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104523>.
- Maričić, B., M. Brkljača, D. Ban, I. Palčić, K. Franin, Š. Marčelić, et S. Goreta Ban. « Non-Aerated Common Nettle (*Urtica dioica* L.) Extract Enhances Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Growth and Soil Enzyme Activity ». *Life* 12, n° 12 (2022). <https://doi.org/10.3390/life12122145>.
- Pilla, N., V. Tranchida-Lombardo, P. Gabrielli, A. Aguzzi, M. Caputo, M. Lucarini, A. Durazzo, et M. Zaccardelli. « Effect of Compost Tea in Horticulture ». *Horticulturae* 9, n° 9 (2023). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9090984>.
- Ramírez-Gottfried, R.I., P. Preciado-Rangel, M.G. Carrillo, A.B. García, G. González-Rodríguez, et B. Espinosa-Palomeque. « Compost Tea as Organic Fertilizer and Plant Disease Control: Bibliometric Analysis ». *Agronomy* 13, n° 9 (2023). <https://doi.org/10.3390/agronomy13092340>.

- Rath, P.P., K. Das, et S. Pattanaik. « Microbial Activity during Composting and Plant Growth Impact: A Review ». *Journal of Pure and Applied Microbiology* 16, n° 1 (2022): 63-73. <https://doi.org/10.22207/JPAM.16.1.53>.
- Shawky, A.A., G.S. Khalifa, A. Hegazi, et M. ElSherif. « Growth, Productivity, and Essential Oil Content of Fennel Plants Treated with *Spirulina Platensis* Extract and Compost Tea Under Low Nitrogen Doses ». *Gesunde Pflanzen* 75, n° 6 (2023): 2899-2908. <https://doi.org/10.1007/s10343-023-00870-z>.
- Sosnowski, J., M. Truba, et K. Jarecka. « EFFECT OF BIOLOGICAL AND MINERAL FERTILIZERS ON MACRONUTRIENT CONTENT IN SELECTED FORAGE GRASS SPECIES ». *Journal of Elementology* 27, n° 2 (2022): 393-403. <https://doi.org/10.5601/jelem.2022.27.1.2262>.
- Sosnowski, J., Truba, M., et Jarecka, K. . « Effect of Humus, Compost, and Vermicompost Extracts on the Net Energy Concentration, Net Energy of Lactation, and Energy Yield of *Dactylis glomerata* and *Lolium perenne* ». *Agriculture (Switzerland)* 12, n° 8 (2022). <https://doi.org/10.3390/agriculture12081092>.
- Waliczek, T.M., et N.C. Wagner. « An Investigation of the Impact of Compost Tea Applications on Turf Quality and Soil Microbial Activity ». *Journal of Environmental Horticulture* 41, n° 1 (2023): 1-6. <https://doi.org/10.24266/2573-5586-41.1.1>.

ANNEXE 5

Analyses d'incertitude conduites selon un guide de l'Anses<sup>11</sup>.

Question 1

Volet de l'expertise	Origine	Description	Prise en compte	Impact estimé sur l'appréciation de l'efficacité des PRODUITS/PREPARATIONS conformes au cahier des charges (1)
Périmètre de l'expertise	Notion d' « efficacité suffisante »	L' « efficacité suffisante » évoquée dans le texte de la saisine n'a pas été clairement définie à la lumière des effets connus ou attendus des PRODUITS/PRÉPARATIONS	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable
	Définition des extraits et thés de compost	Les lixiviats et jus de compost ont été définis dans le cahier des charges comme hors du cadre de la saisine alors que de nombreuses publications incluent ces produits dans la catégorie des extraits de compost (EC, ELC)	Publications scientifiques traitant des lixiviats non retenues dans le cadre de l'analyse	Pas d'impact
Méthodologie d'évaluation de l'efficacité des extraits et des thés de (lombri)compost	Sélection des données	Absence d'exhaustivité des publications synthétisées par RITTMO et période de recherche non précisée	Recherche bibliographique menée par RITTMO complétée par une recherche bibliographique conduite par l'Anses sur la période 2022-2024 et sur une seule base de données en raison du délai restreint	Impact d'amplitude faible, direction non qualifiable
	Quantité des données	Il existe actuellement très peu de publications traitant des extraits de compost ou de lombricompost	Extrapolation des données disponibles pour les thés de (lombri)compost	Impact d'amplitude modérée, direction non qualifiable
	Qualité des données	Aucun critère de qualité n'a été appliqué pour trier les articles analysés	Pas de prise en compte spécifique en raison du délai restreint	Impact d'amplitude modérée, direction non qualifiable
		L'origine des composts et les procédés de fabrication des extraits et thé de (lombri)compost sont décrits de manière partielle dans la plupart des publications	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable

<sup>11</sup> Anses 2024. Guide méthodologique pour l'analyse d'incertitude. ANSES/Guide/PG, version 1, 32 p.

<b>Identification des facteurs de variabilité inhérents aux matières premières et pouvant impacter l'efficacité biologique des extraits et thés de (lombri)compost</b>	Composition des composts initiaux en cas de fabrication directe de PRÉPARATIONS	La production, par le préparateur-utilisateur, des (lombri)composts initiaux prévus aux points B 1.2.1, B 1.3.2 et B 1.3.3 du cahier des charges ne permet pas de garantir leur qualité agronomique (maturité)	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude modérée, direction non qualifiable
	Variabilité de la composition des additifs facultatifs	Le cahier des charges identifie une liste très large d'additifs	Analyse restreinte aux additifs à base de denrées ou aliments d'origine végétale (points A 1.4.1 et B 1.4.1 du cahier des charges) en raison de la disponibilité des données bibliographiques	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable
	Eau	La composition chimique de l'eau utilisée comme matière première ne devrait pas avoir d'impact sur la qualité agronomique des PRODUITS/PRÉPARATIONS sauf si elle contient du chlore, pouvant présenter des propriétés biocides	Identification de mesures de gestion permettant de limiter la quantité de chlorines résiduelles dans l'eau à ajouter dans le cahier des charges	Impact d'amplitude faible, direction non qualifiable
<b>Identification des facteurs de variabilité inhérents aux procédés de fabrication et pouvant impacter l'efficacité biologique des extraits et thés de (lombri)compost</b>	Quantité et qualité des données	De nombreux facteurs ont été identifiés, avec peu de données sur l'impact individuel de chaque facteur sur l'efficacité biologique des PRODUITS/PRÉPARATIONS (ratio compost/eau, temps d'infusion/extraction, aération, méthode de stabilisation, conditions de stockage). Les gammes proposées dans le cahier des charges ne permettent d'assurer l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATIONS	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable
		L'ensemble des publications étudiées fournissent des valeurs de température similaires quels que soient les PRODUITS/PRÉPARATIONS recherchés, mais ne permettent pas de comparer l'effet de différentes températures sur l'efficacité des PRODUITS/PRÉPARATION	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude faible, direction non qualifiable
		Aucune étude sur les éventuelles interactions entre ces facteurs (ratio compost/eau*durée de fabrication*aération*température*méthode de stabilisation*conditions de stockage) n'est disponible	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable
<b>Relation entre composition des extraits et thés de (lombri)compost et leurs effets</b>	Quantité et qualité des données	La diversité des compositions des PRODUITS/PRÉPARATIONS ne permet pas d'associer les effets nutritionnels, biostimulants ou de biocontrôle observés à des micro-organismes et/ou des éléments/composés spécifiques. Aucune analyse chimique ou microbiologique des PRODUITS/PRÉPARATIONS en lien	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable
	Variabilité intrinsèque des extraits et thés			

	de (lombri)compost	avec leur efficacité n'est par ailleurs préconisée dans le cahier des charges		
<b>Identification des facteurs de variabilité inhérents aux conditions d'application et pouvant impacter l'efficacité biologique des extraits et thés de (lombri)compost</b>	Quantité et qualité des données concernant les conditions d'application	La majorité des publications rendent compte de conditions d'applications empiriques et ne permettent pas de comparer différentes modalités d'application sur l'efficacité biologique des extraits ou thés de (lombri)compost. L'absence de conditions d'application spécifiques dans le cahier des charges (facteurs de dilution, doses, nombre et fréquence des applications par culture ciblée) ne permet pas d'assurer une utilisation optimale des PRODUITS/PREPARATIONS (efficacité, phytotoxicité)	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable

(1) L'échelle d'amplitude utilisée est la suivante : nulle, négligeable, faible, modérée, forte

## Question 2

Pour la question 2, aucune revue de la littérature scientifique n'a été fournie en support des choix des critères d'innocuité proposés dans le CDC THES. Ces choix s'appuient vraisemblablement sur des valeurs appartenant au corpus réglementaire spécifique au MFSC (arrêté 1er avril 2020, projet de socle commun d'innocuité et règlement (UE) 2019/1009). L'analyse d'incertitude relative à ces choix a donc porté sur l'appréciation de leur cohérence au regard du cadre réglementaire, dans les trois domaines suivants : microbiologique, chimique et écotoxicologique.

Volet de l'expertise	Origine	Description	Prise en compte*	Impact estimé sur l'appréciation des risques liés à l'utilisation des PRODUITS/PREPARATIONS conformes au cahier des charges
<b>Méthode d'expertise : Approche suivie pour définir les critères d'innocuité microbiologique chimique et écotoxicologique</b>	Identification, quantité et qualité des données	<b>Transparence des choix au regard du cadre réglementaire</b> Le choix des critères d'innocuité proposés dans le CDC THES ne s'appuie sur aucune revue de la littérature scientifique dédiée. Il s'appuie vraisemblablement sur des valeurs appartenant au corpus réglementaire spécifique au MFSC. Pour chacun des choix adoptés en matière de critères d'innocuité, aucune mention n'est faite à un référentiel réglementaire. L'origine de certains de ces choix ou les principes présidant à ceux-ci en cas de divergence entre référentiels nécessiteraient à être explicités (arsenic, dioxine, cadmium).	Proposition d'harmonisation des teneurs proposées dans le cadre du CDC THES à celles qui seront retenues dans le projet de réglementation dite "socle commun d'innocuité"	Risque pour le consommateur, l'opérateur et l'environnement: Impact d'amplitude faible, direction non qualifiable

		<p>Les textes réglementaires relatifs au socle commun d'innocuité ne sont pas encore publiés. La prise en compte des commentaires émis par l'Anses (Avis du 28/01/2021**) reste donc source d'incertitude.</p> <p>Une demande de clarification concernant les modalités de réalisation et d'interprétation des tests sur la reproduction des vers de terre et sur l'émergence et la croissance des plantes terrestres a par exemple été faite, de même concernant la méthode d'analyse des entérocoques.</p>	<p>Pas de prise en compte</p>	<p>Risque pour l'environnement : Impact d'amplitude modérée, direction non qualifiable</p>
	<p>Pertinence des choix au regard du cadre réglementaire et des connaissances disponibles sur les TCO et TLCO.</p>	<p>Compte tenu de la grande diversité des matières premières ainsi que des procédés de fabrication, la question de la pertinence et du caractère suffisant des critères fixés dans les divers textes réglementaires existant ne peut être éludée sans données complémentaires.</p> <p>L'absence de revue de la littérature ne permet pas de lever certaines incertitudes quant à la diversité des pathogènes ou des contaminants chimiques pouvant potentiellement être présents dans les matières premières ou les extraits/thés.</p> <p>L'absence de critères concernant certains contaminants (e.g. PFAS, résidus de médicaments, présence de souches d'<i>Aspergillus fumigatus</i> résistantes aux azolées), présence de bactéries potentiellement endophytes, de seuil (e.g. dioxine) ou de pathogènes (e.g. uniquement <i>E.Coli</i> ou Enterococcaceae et <i>Salmonella sp</i> pour les préparations) apparaît ainsi comme autant de sources d'incertitudes.</p> <p>La synthèse bibliographique de RITTMO indique que certaines incertitudes demeurent quant aux effets de l'ajout d'additifs sur la croissance potentielle de micro-organismes pathogènes dans les thés.</p> <p>Aucun résultat d'analyses de micro-organismes</p>	<p><b>Proposition de mesure de gestion des risques</b></p> <p>Pour le consommateur :</p> <p>:"ne pas appliquer sur cultures légumières ou en présence des parties consommables ou cultures alimentaires en contact avec le sol".</p> <p>Pour l'opérateur :</p> <p>Port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement.</p> <p>Ne pas utiliser par les personnes immunodéprimées ou sous traitement immunosuppresseur</p>	<p>Risque pour le consommateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) : Impact d'amplitude modérée (faible), direction sous-estimation</p> <p>Risque pour l'opérateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) : Impact d'amplitude modérée (faible) , direction sous-estimation</p>

		<p>pathogènes réalisées sur des PRODUITS finis susceptibles de contenir de tels additifs n'a été soumis dans le cadre de cette saisine.</p>		
		<p>Aucun test écotoxicologique permettant de s'assurer de la préservation de la biodiversité du sol n'est proposé dans le cadre du projet de CDC THES.</p> <p>L'absence de revue de la littérature ne permet pas de lever les incertitudes quant à l'innocuité des Produits/préparations vis-à-vis de la biodiversité.</p>	<p>Proposition de tests (reproduction des vers de terre et émergence et croissance des plantes terrestres) tels que préconisés dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité » en tenant compte des commentaires de l'Anses relatifs à ce projet de réglementation</p>	<p>Risque pour l'environnement en l'absence de test (avec tests tels que préconisés dans le projet de réglementation dite « socle commun d'innocuité ») :</p> <p>Impact d'amplitude modérée (faible), direction non qualifiable</p>
<p><b>Identification des facteurs de variabilité inhérents aux matières premières pouvant impacter l'innocuité des extraits et thés de (lombri)compost</b></p>	<p>Composition des composts initiaux</p>	<p>L'absence d'information sur la composition des composts initiaux ne permet pas de lever les incertitudes quant à la diversité des pathogènes ou des contaminants chimiques pouvant potentiellement être présents dans les matières premières ou les extraits/thés.</p>	<p>Proposition de mesure de gestion des risques :</p> <p>Pour le consommateur :</p> <p>"ne pas appliquer sur les parties consommables ou en contact avec le sol.</p> <p>Pour l'opérateur :</p> <p>Port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement.</p> <p>Ne pas utiliser par les personnes immunodéprimées ou sous un traitement immunosuppresseur</p>	<p>Risque pour le consommateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) :</p> <p>Impact d'amplitude forte (faible), direction sous-estimation</p> <p>Risque pour l'opérateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) :</p> <p>Impact d'amplitude forte (faible), direction sous-estimation</p>
<p><b>Identification des facteurs de variabilité inhérents aux procédés de fabrication pouvant impacter l'innocuité des extraits et thés de (lombri)compost</b></p>	<p>Quantité et qualité des données</p>	<p><b>Impact des procédés de fabrication des composts</b></p> <p>L'absence de revue de la littérature ne permet de conclure quant à l'efficacité de certaines modalités de fabrication des composts (phase de montée en température des composts, e.g. couple de temps – température) vis-à-vis de l'élimination d'éventuels pathogènes.</p>	<p>Proposition de mesure de gestion des risques pour le consommateur : "ne pas appliquer sur les parties consommables ou en contact avec le sol"</p> <p>Pour l'opérateur :</p> <p>Port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-</p>	<p>Risque pour le consommateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) :</p> <p>Impact d'amplitude modérée (faible), direction sous-estimation</p> <p>Risque pour l'opérateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) :</p> <p>Impact d'amplitude forte (modérée), direction non qualifiable</p>



			aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement	
	Impact des procédés de fabrication des extraits et TCO	Le caractère non systématique des traitements mis en œuvre pour la fabrication des TCO (e.g. pasteurisation, ultrafiltration) ne permet pas de garantir l'élimination des éventuels pathogènes.	<p>Proposition de mesure de gestion des risques :</p> <p>Pour le consommateur :: "ne pas appliquer sur les parties consommables ou en contact avec le sol"</p> <p>Pour l'opérateur :</p> <p>Port de gants et d'un vêtement de protection appropriés, ainsi qu'un demi-masque filtrant anti-aérosols certifié (EN 149) de classe FFP3 pendant toutes les phases de manipulation du produit et du traitement</p>	<p>Risque pour l'opérateur sans mesure de gestion (avec mesure de gestion) :</p> <p>Impact d'amplitude forte (modérée), direction non qualifiable</p>
<b>Mesures permettant de s'assurer de l'innocuité des extraits et thés de (lombri)compost</b>	Analyse	La méthode actuelle de dénombrement des entérocoques (méthode NPP ISO 7899-1:1998) présente des incertitudes	Pas de prise en compte	<p>Risque pour le consommateur et l'opérateur :</p> <p>Impact d'amplitude modérée, direction non qualifiable</p>
		Le caractère non obligatoire des autocontrôles et l'absence de précision concernant les délais entre prélèvement et mesures ne permettent pas de garantir, dans le temps, l'innocuité des PREPARATIONS.	Pas de prise en compte	<p>Risque pour le consommateur et l'opérateur :</p> <p>Impact d'amplitude modérée (en cas de réalisation de plusieurs autocontrôles sans précision sur les délais) à forte (en cas de réalisation d'un seul autocontrôle ou de l'absence d'autocontrôle), direction non qualifiable</p>

\* Prise en compte : permet de décrire comment l'incertitude est prise en compte, à savoir la solution choisie pour traiter l'incertitude lors de l'expertise, et de justifier ce choix

\*\* Avis de l'Anses Saisine n° « 2020-SA-0146 »

**Question 3** L'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels.

Volet de l'expertise	Origine	Description	Prise en compte	Impact estimé sur l'appréciation de l'intérêt agronomique et des risques liés à l'utilisation des PRODUITS/PREPARATIONS conformes au cahier des charges) d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières
<p>Approche suivie pour apprécier l'opportunité d'intégrer à la liste des matières premières autorisées les litières forestières dont la décomposition résulte de mécanismes naturels.</p>	<p>Quantité et qualité des données</p>	<p>L'absence de données permettant de juger de l'innocuité et de l'intérêt agronomique les litières forestières ne permet pas de conclure sur l'opportunité de les intégrer à la liste des matières premières autorisées</p>	<p>Pas de prise en compte</p>	<p>Risque pour le consommateur, l'opérateur et l'environnement : Impact d'amplitude forte, direction non qualifiable</p>