



EXPÉRIMENTATION DE COMPOSTAGE ET DE CO-COMPOSTAGE À LA FERME DE RENOUÉES ASIATIQUES AU SEIN DU SYBERT



Juin 2018 – Mai 2019



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE national
de Franche-Comté
OBSERVATOIRE
régional des INVERTÉBRÉS

Espèces exotiques envahissantes



Syndicat mixte de Besançon
et de sa Région pour le
traitement des déchets



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

cbnfc@cbnfc.org
www.cbnfc.org

CBNFC-ORI - Maison de l'environnement de Franche-Comté
7, rue Voirin - 25 000 Besançon - 03 81 83 03 58

Vuillemenot M., 2019. *Expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de renouées asiatiques au sein du SYBERT*. Conservatoire botanique national de Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés, 21 p.+ annexes.

Cliché de couverture :

- Suivi des températures d'un andain (Thoraise, 25) (M. Vuillemenot)
- Récolte de tiges et de rhizomes de renouée de Bohême (*Reynoutria ×bohemica*) (Boussières, 25) (M. Vuillemenot)

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE FRANCHE-COMTE –
OBSERVATOIRE REGIONAL DES INVERTEBRES



**Expérimentation de compostage et de co-compostage
à la ferme de renouées asiatiques
au sein du SYBERT**

Juin 2018 - Mai 2019

Rédaction : Marc Vuillemenot

Mise en page : Justine
Amiotte-Suchet & Marc Vuillemenot

Relecture : Yorick Ferrez

Remerciements : Pierre Daudey, Pascal Duchezeau, Roland Morales et Yannick Poujet (élus SYBERT), Jean-François Faivre et Eloi Petit (agriculteurs partenaires), Guy Longeard (Ville de Besançon), Stéphane Vinson (Chantiers pour le développement de l'emploi par l'insertion), Louise Barthod et Mireille Boyer (Aquabio) et Amélie Bodin (CPIE des Pays creusois).

Étude réalisée par le Conservatoire
botanique national de Franche-Comté
– Observatoire régional des
Invertébrés

Pour le compte du Syndicat mixte
de Besançon et de sa Région pour
le Traitement des déchets
(SYBERT)

SOMMAIRE

CONTEXTE.....	1
MISE EN ŒUVRE DE L'EXPERIMENTATION	3
2.1 PRELEVEMENT ET STOCKAGE DES DECHETS DE RENOUÉES ASIATIQUES (VOIR ANNEXE 1 : ACTIONS 1 ET 2).....	3
2.1.1 CHOIX DES RENOUÉES ASIATIQUES	3
2.1.2 PRELEVEMENTS DES PARTIES VEGETATIVES DE RENOUÉES ASIATIQUES	4
2.2 BROYAGE DES DECHETS DE RENOUÉES ASIATIQUES ET REALISATION DU MELANGE A COMPOSTER (VOIR ANNEXE 1 : ACTION 3) 5	
2.2.1 CONDITIONS DE BROYAGE.....	5
2.2.2 MESURES POUR EVITER LA DISSEMINATION DES FRAGMENTS DE RENOUÉES ASIATIQUES.....	7
2.3 FORMATION DES ANDAINS (VOIR ANNEXE 1 : ACTIONS 4, 6 ET 7)	7
2.3.1 DISPOSITION DES DEUX TYPES ANDAINS TESTES.....	7
2.3.2 INCORPORATION DES EFFLUENTS D'ELEVAGE	8
2.4 SUIVI DES ANDAINS PENDANT LES PHASES DE FERMENTATION ET DE MATURATION (VOIR ANNEXE 1 : ACTION 5) 8	
2.4.1 SUIVI DES TEMPERATURES	8
2.4.2 SURVEILLANCE DES REPOUSSES VEGETALES.....	9
2.5 SUIVI DU COMPOST APRES LA PHASE DE MATURATION (VOIR ANNEXE 1 : ACTIONS 8 ET 9).....	9

RESULTATS.....	11
3.1 SUIVI DES ANDAINS PENDANT LES PHASES DE FERMENTATION ET DE MATURATION (VOIR ANNEXE 1 : ACTION 5) 11	
3.1.1 SUIVI DES TEMPERATURES	11
3.1.2 SUIVI DES REPOUSSES VEGETALES	15
3.2 2 SUIVI DU COMPOST APRES LA PHASE DE MATURATION (VOIR ANNEXE 1 : ACTIONS 8, 9 ET 10).....	17

BILAN DE L'EXPERIMENTATION, DISCUSSION ET PROPOSITIONS.....	18
4.1 PAS DE REPRISE DES FRAGMENTS DE RENOUÉES ASIATIQUES, MAIS DES CONDITIONS CLIMATIQUES PARTICULIERES	18
4.2 DES RESULTATS COHERENTS AVEC LES AUTRES EXPERIMENTATIONS.....	18
4.3 L'IMPORTANCE DES RETOURNEMENTS D'ANDAIN ET DE LA SURVEILLANCE DES ABORDS.....	19
4.4 LE PROBLEME DES GRAINES	19

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	20
ANNEXES	21

CONTEXTE

D'après la réglementation, les résidus issus de l'enlèvement de végétaux (tontes de pelouses, tailles de haies et d'arbustes, d'élagage, de débroussaillage) sont assimilés à des déchets organiques et plus précisément à des déchets verts. Ces résidus de plantes peuvent entrer dans plusieurs filières de valorisation, afin de favoriser le retour au sol de ces matières organiques fertilisantes.

Au sein du réseau de déchetteries géré par le SYBERT (Syndicat mixte de Besançon et de sa région pour le traitement des déchets), deux systèmes coexistent actuellement pour gérer les déchets verts (provenant des collectivités, des particuliers et d'entreprises), selon les sites :

- le dépôt en benne, suivi d'un transport et d'un traitement par un groupe privé spécialisé dans la production industrielle et contrôlée de compost, afin de le vendre.
- Le dépôt en vrac sur des plateformes bétonnées, en déchetterie. Lorsque la capacité de stockage est atteinte, une entreprise spécialisée procède, sur place, au broyage des végétaux, puis elle les restitue à l'agriculteur local, également partenaire du SYBERT. Celui-ci les exporte et les dépose sur l'une de ces parcelles sous forme d'un andain (qualifiant ce procédé de compostage « en bout de champ », ou « à la ferme »), généralement en mélange avec des effluents d'élevage (qualifiant ce procédé de « co-compostage »). Des retournements mensuels sont effectués pendant les quatre premiers mois pour aérer le compost et accélérer le co-compostage. Le compost est ensuite laissé en maturation pendant deux mois environ. Après cela, une analyse chimique est réalisée en laboratoire, afin de révéler la maturité et la qualité du compost. L'agriculteur peut ensuite procéder à l'épandage et/ou l'enfouissement de ce compost sur ses sols (champs et prairies).

Cette deuxième filière présente l'avantage de privilégier un « circuit court » : les déchets verts sont valorisés à proximité de leur lieu de production, limitant ainsi les coûts et les nuisances du transport. Cependant, ce système, peut présenter, à différents niveaux, des risques, ou du moins susciter des inquiétudes, vis-à-vis des plantes exotiques envahissantes (invasives). En effet, parmi tous les déchets de végétaux recueillis par les déchetteries figurent parfois des plantes exotiques connues pour leur caractère envahissant dans les espaces anthropisés, voire semi-naturels. Ces résidus peuvent

provenir de la coupe et de la taille de la végétation plantée pour l'ornement dans les jardins et les espaces verts, mais aussi de l'entretien de la végétation se développant spontanément sur des talus routiers, des bords de cours d'eau et dans des espaces de friches par exemple.

Le co-compostage à la ferme est souvent perçu comme risqué quant à la dissémination de ces plantes (Vial, 2014 ; Sarat *et al.*, 2015). La principale raison est la plus grande difficulté, en extérieur et de surcroît en plein champ, d'atteindre, pendant suffisamment de temps, les températures requises pour la dévitalisation des végétaux, et surtout pour parvenir à supprimer le pouvoir germinatif des graines. Dans une synthèse bibliographique, Debril (2005) rapporte que, globalement, les graines d'adventices ne sont plus viables au-delà de deux à quatre semaines minimum à des températures comprises entre 55°C et 65°C. Néanmoins, il mentionne l'hétérogénéité des températures au sein des andains, faisant que des graines peuvent rester viables lorsqu'elles sont toujours restées dans des zones froides (strate externe), peut-être par manque de retournement ou de conditions climatiques défavorables. En complément, Debril (2005) et Fuchs *et al.* (2017) précisent que la température n'est toutefois pas l'unique facteur de neutralisation de la viabilité des graines. La production de molécules chimiques phytotoxiques et l'action des microorganismes pendant le compostage joueraient un rôle non négligeable.

Par ailleurs, le co-compostage à la ferme implique diverses étapes de stockage, de manipulation et de transport des déchets verts au plus près du terrain, ce qui peut faciliter la dissémination et le développement de boutures et de graines de plantes exotiques.

Afin de mieux mesurer ces risques, le SYBERT et le CBNFC-ORI se sont rapprochés en 2016 pour travailler sur cette thématique. A cette date, et plus récemment encore, la bibliographie disponible sur le sujet ne permettait pas de répondre à toutes les questions posées localement. En outre, les expériences existantes de compostage de renouées asiatiques (*Reynoutria sp. pl.*), par exemple, ne correspondaient jamais vraiment aux conditions réelles du co-compostage à la ferme comme le pratique le SYBERT (haute fréquence des retournements, atteinte de températures supérieures aux suivis courants du SYBERT, réalisation « sécurisée » sur des plateformes stabilisées/bétonnées, compostage industriel ventilé, incorporation de tiges et de rhizomes non broyés, etc.) (Dufrost, 2008 ; Gilles, 2012 ; Fuchs *et al.*, 2017 ; Barthod & Boyer, 2017).

En 2017, une première étude (Poinsotte, 2017) a consisté à détecter la présence de plantes exotiques lors de toutes les étapes du parcours des déchets

verts : dans des déchetteries du SYBERT, dans des andains de broyat de déchets verts et dans des parcelles agricoles soumises à de l'épandage de déchets verts co-compostés. L'un des principaux enseignements de cette étude est que le co-compostage à la ferme, tel que pratiqué par le SYBERT, ne permet pas une hygiénisation complète du produit final, dans le sens où le pouvoir germinatif des graines compostées n'est pas neutralisé : de nombreuses plantes ornementales de jardin ont ainsi été observées sur les andains. Ce résultat indiquait que ce co-compostage à la ferme ne peut, sûrement par nature, pas prétendre aux règles de l'art d'un compostage parfaitement maîtrisé, considéré comme sans risques de contamination et de reprise des végétaux (CPIE Monts du Pilat, 2011). Ces observations rejoignent les conclusions de Vial (2014).

Dans cette même étude, Poinssotte (2017) constate deux facteurs favorisant la germination de plantes exotiques ornementales sur les andains :

- la durée de stockage : durant les six mois de fermentation et de maturation, pas ou très peu de plantes se développent sur les andains. C'est au-delà de cette période, et davantage encore au cours de l'été de l'année n+1 (voire de l'année n+2) que les andains non épandus se garnissent surtout d'espèces ornementales. Il s'agit probablement de graines toujours viables qui profitent, pour germer, de l'absence de perturbation durant cette nouvelle saison végétative (pas de retournement). Pour certaines espèces sujettes au besoin de vernalisation, le passage de l'hiver peut également avoir levé la dormance de leurs graines.
- l'absence d'apport d'effluents d'élevage : ces derniers sont censés favoriser le processus de fermentation, et donc d'élévation de la température dans les andains, et améliorer la qualité du compost. Il arrive cependant que des agriculteurs ne disposent pas d'effluents. Dans ce cas, les andains, alors surtout composés de déchets verts ligneux, montent moins en température.

Dans ce contexte, il paraissait intéressant de prolonger l'étude en suivant le processus de compostage de déchets de plantes exotiques envahissantes particulièrement réputées pour leur capacité de survie de leurs parties végétatives coupées : les renouées asiatiques. Dans sa conception, l'étude de 2017 ne permettait pas de répondre aux inquiétudes sur le devenir des résidus de ces dernières, puisque la composition des andains suivis était inconnue. C'est ainsi qu'une expérimentation de compostage de renouées a été conduite de juin 2018 à mai 2019. Ce test a été préparé au cours de plusieurs réunions de travail

entre les partenaires concernés (SYBERT, CBNFC-ORI, Chambre d'agriculture du Doubs, agriculteurs). L'objectif était d'inscrire ce test dans les conditions réelles du co-compostage à la ferme du SYBERT, avec les contraintes techniques et organisationnelles liées.

Le présent rapport décrit les conditions de réalisation de cet essai, discute des résultats et les confronte à d'autres études récentes sur le même thème. En conséquence, des propositions sont formulées quant à l'acceptation des résidus de renouées asiatiques sur les plateformes de déchets verts du SYBERT.

MISE EN ŒUVRE DE L'EXPERIMENTATION

Toutes les étapes de l'expérimentation sont détaillées, par ordre chronologique dans l'annexe 1.

2.1 Prélèvement et stockage des déchets de renouées asiatiques (voir annexe 1 : actions 1 et 2)

2.1.1 Choix des renouées asiatiques

Plusieurs espèces végétales exotiques envahissantes ou potentiellement envahissantes en Franche-Comté, réputées pour leur capacité de bouturage (tiges, rhizomes), s'observent dans des espaces ornementaux et sont susceptibles d'être apportées en déchetterie : ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*), arbre à papillons (*Buddleia davidii*), cornouiller soyeux (*Cornus sericea*), laurier cerise (*Prunus laurocerasus*), spirées (*Spiraea sp. pl.*), sumac amarante (*Rhus typhina*), etc.

Cependant, la principale inquiétude concerne les renouées asiatiques (*Reynoutria sp. pl.*). Ces grandes plantes herbacées, semi-ligneuses, sont capables de former de vastes massifs clonaux sur les bords de cours d'eau et dans de nombreux espaces remaniés par les activités humaines (friches urbaines et industrielles, talus routiers et ferroviaires, lieux de dépôts de remblais). Bien plus fréquentes et abondantes dans le paysage que les autres espèces citées précédemment, les renouées asiatiques ont été sélectionnées pour cette expérimentation.

Ces espèces présentent d'importantes capacités de dispersion grâce à la régénération possible d'une plante entière sur la base de fragments de tiges ou de rhizomes (Mahy *et al.*, 2013), mais également par la production de graines (akènes). En dépit des inquiétudes suscitées par la probable capacité de survie de ces graines lors d'un co-compostage à la ferme, le calendrier de l'expérimentation du SYBERT ne permettait pas d'attendre l'automne (fin septembre – début novembre) pour disposer de semences.



Figure n°1 - renouée du Japon en septembre, floraison et début de fructification (M. Vuillemenot).



Figure n°2 - fleurs femelles et fruits (akènes) de renouée du Japon (M. Vuillemenot).

Les sites disponibles pour le prélèvement des parties végétatives de renouées asiatiques étaient constitués dans un cas de renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), et dans l'autre cas de renouée de Bohême

(*R. ×bohemica*). Cette dernière est un hybride entre la renouée du Japon et la renouée de Sakhaline (*R. sachalinensis*), beaucoup plus grande dans toutes ses parties que la renouée du Japon. L'hybride prélevé présentait des caractéristiques morphologiques extrêmement proches de l'espèce parente (*R. sachalinensis*).



Figure n°3 - variabilité des feuilles de renouée de Bohême au bord du Doubs à Boussières (25) (M. Vuilleminot).

2.1.2 Prélèvements des parties végétatives de renouées asiatiques

Les prélèvements ont été réalisés fin juin – début juillet. Ils ont essentiellement porté sur les tiges, considérant que les déchets verts susceptibles d'être apportés en déchetterie correspondent à des résidus de coupe ou de taille des parties aériennes des végétaux. Généralement, les systèmes racinaires des végétaux dessouchés comportent de la terre et des cailloux, qui les orientent vers les matériaux inertes et les gravats. Cependant, des rhizomes ont malgré tout été extraits au croc (environ 1 m³).



Figure n°4 - coupe des tiges de renouée du Japon à Villars-Saint-Georges (25) par une équipe des Chantiers pour le développement de l'emploi par l'insertion (M. Vuillemenot).



Figure n°5 - dessouchage de la base des tiges de renouée de Bohême pour prélever une partie de rhizome (M. Vuillemenot).

Durant le temps disponible, environ 25 m³ de tiges (tassées) ont été récoltées. Sachant que par la suite le

broyage avant compostage réduit le volume de matière fraîche de 80 %, cette récolte permettait obtenir 5 m³ de broyat de tiges de renouées.

Les tiges et les rhizomes ont été prélevés au cours de plusieurs journées. Au fur et à mesure de leur récolte, ils ont été acheminés, à part, sur une aire bétonnée de déchetterie dédiée aux déchets verts.



Figure n°6 - stockage des tiges et des rhizomes de renouées asiatiques à la déchetterie de Thoraise (25) (M. Vuillemenot).

2.2 Broyage des déchets de renouées asiatiques et réalisation du mélange à composter (voir annexe 1 : action 3)

2.2.1 Conditions de broyage

Cette opération a été planifiée pour intervenir au plus tôt après les récoltes des tiges de renouées, afin de disposer de résidus frais, davantage aptes à se régénérer. Elle est intervenue six jours après les premières récoltes des tiges de renouées et trois jours après les dernières récoltes. Durant cette période, le temps très ensoleillé et chaud (température voisine de 30°C) a toutefois contribué à dessécher fortement une partie de ces tiges (environ la moitié).



Figure n°7 - dessèchement des premiers apports de tiges de renouées avant le broyage (M. Vuillemenot).



Figure n°8 - chargement des tiges de renouées asiatiques dans le broyeur à la déchetterie de Thoraise (25) (M. Bergeron - SYBERT).

Le broyage a été réalisé par un temps plus doux (24°C) et pluvieux. La proportion de déchets de renouée à incorporer au reste du broyat de déchets verts a été conditionnée par les volumes de tiges susceptibles d'être récoltables dans le temps imparti. Ce ratio a été fixé à 10 %. En conditions réelles courantes, cette proportion n'est sûrement jamais atteinte sur les plateformes de déchets verts des déchetteries. Ainsi, les 5 m³ de tiges et de rhizomes ont été broyés, puis mélangés aux autres déchets verts broyés, à raison d'un godet de renouées pour neuf godets de déchets verts. Les fragments sont parfois relativement grossiers.



Figure n°9 - broyat de tiges de renouées asiatiques (M. Bergeron - SYBERT).

2.2.2 Mesures pour éviter la dissémination des fragments de renouées asiatiques

Afin d'éviter un nettoyage fastidieux de l'engin de broyage, et non efficace à 100 % compte tenu de l'impossibilité technique d'accéder à toutes les parties de l'outil de broyage, destiné à empêcher une exportation de fragments de renouées vers un autre site, le broyage de ces plantes invasives a été réalisé en premier. De cette manière, il peut être considéré que la quantité importante de déchets verts broyée ensuite permet à l'engin de repartir dépourvu de fragments de renouée.



Figure n°10 - entrée (à gauche) et sortie (à droite) du broyeur à déchets verts (M. Bergeron - SYBERT).



Figure n°11 - les déchets verts ont été broyés après les déchets de renouées asiatiques (M. Bergeron - SYBERT).

Enfin, un nettoyage de la plateforme bétonnée a été réalisé pour récupérer soigneusement les fragments tombés au sol. Ces résidus ont été incorporés dans les bennes contenant le mélange de déchets de renouées et de déchets verts.



Figure n°12 - export depuis la plateforme de broyage d'une benne de mélange de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts vers une parcelle agricole destinée à recevoir un andain pour compostage (M. Bergeron - SYBERT).

2.3 Formation des andains (voir annexe 1 : actions 4, 6 et 7)

2.3.1 Disposition des deux types andains testés

Le mélange précédent a été acheminé dans la foulée pour former deux andains distincts, l'un dans une prairie grasse et l'autre dans un champ cultivé. Ces deux parcelles appartiennent à des agriculteurs partenaires du SYBERT. Dans le cas de la prairie grasse, l'objectif était de tester la pratique la plus courante : le co-compostage à la ferme, incluant un apport supplémentaire de matières agricoles, en l'occurrence des effluents d'élevage. Dans le cas du champ cultivé, il s'agissait de tester une pratique plus marginale : le compostage à la ferme, sans apport supplémentaire de matières agricoles.

Au préalable, une visite attentive de ces parcelles a été organisée afin de confirmer l'absence de renouées asiatiques.

Les andains ont été disposés conformément aux pratiques habituelles, selon de longs tas étroits et de section triangulaire. Leurs dimensions moyennes étaient approximativement les suivantes : longueur : 30 m ; largeur au sol : 4,6 m ; hauteur : 1,6 m. Dans les deux sites, le mélange de déchets de renouées et de déchets verts constituait une extrémité de l'andain, représentant un peu moins d'un tiers de l'ensemble de l'andain (les deux autres tiers étaient composés seulement de broyat de déchets verts). Cette proportion comportant du broyat de renouées a été prévue pour prétendre disposer de toute la diversité de situations existantes dans un andain : le cœur d'andain, sujet théoriquement à des élévations conséquentes de la température, et les zones extérieures (haut et bas de l'andain, extrémité) considérées habituellement comme des zones froides.



Figure n°13 - andain « fumant », le lendemain du broyage des déchets verts, à Thoraise (25) (M. Vuillemenot).



Figure n°14 - le broyage des végétaux est parfois grossier, des fragments de tiges de renouées asiatiques sont reconnaissables sur l'andain (M. Vuillemenot).

2.3.2 Incorporation des effluents d'élevage

Dans la prairie grasse, l'apport et l'incorporation de fumier de bovins a été réalisé vingt jours plus tard. Ces andains ont été remués de façon régulière grâce à du matériel agricole spécifique, qualifié de retourneur d'andains. Ces retournements ont eu lieu à trois semaines, dix semaines et quatorze semaines (toujours durant les quatre mois de la phase théorique de fermentation).

2.4 Suivi des andains pendant les phases de fermentation et de maturation (voir annexe 1 : action 5)

2.4.1 Suivi des températures

Le protocole habituel de suivi des andains consiste essentiellement en une prise régulière des températures grâce à des sondes spécialisées, atteignant un mètre. Celle-ci permet d'analyser la conformité du processus de fermentation et de

maturation. Dans le cas de cette expérimentation, cette prise de température a été réalisée de manière hebdomadaire pendant quatre mois (début juillet - fin octobre), c'est-à-dire durant la phase théorique de fermentation, puis a été espacée et finalement arrêtée au cours du cinquième mois, pendant la phase de maturation, compte tenu d'une stagnation des températures.



Figure n°15 - sonde mesurant la température en un point d'andain (M. Vuillemenot).

Lors de la première prise de températures, il a été convenu de réaliser cinq sondages toujours aux mêmes positions (P1 à P5), durant toute l'expérimentation, dans la partie d'andain composée du mélange de déchets de renouées et de déchets verts. Ces localisations visent à suivre assez finement l'évolution des températures dans des zones centrales et extérieures de l'andain. La localisation de ces sondes est représentée dans l'annexe 2. Cinq autres sondages ont été réalisés à l'autre extrémité de l'andain, dans la partie d'andain composée seulement des déchets verts, selon les mêmes positions que les précédentes (P6 à P10 ; P6 = P1 etc.).

2.4.2 Surveillance des repousses végétales

En complément du suivi des températures, il a été réalisé, lors de chaque visite, une inspection fine de l'andain et de ses abords pour déceler toute repousse végétale, en consacrant une attention particulière

bien sûr au développement éventuel de renouées asiatiques.



Figure n°16 - exemples de repousses de renouées asiatiques (M. Vuillemenot).

2.5 Suivi du compost après la phase de maturation (voir annexe 1 : actions 8 et 9)

Avant d'autoriser les agriculteurs à épandre leurs andains, un dernier test d'absence de reprise des renouées asiatiques a été organisé au printemps 2019 (fin mars à fin mai), période à laquelle les renouées entament classiquement leur nouvelle saison végétative.

Il a été convenu avec les deux agriculteurs qu'ils prélèvent 6-7 m³ à chaque extrémité de leur andain respectif et qu'ils épandent chacun de ces volumes sur deux placettes de 20 m² (L 5 m ; l 4 m), selon une épaisseur de 0,2-0,3 m après un léger tassement. Cet étalement du compost visait à mettre en lumière une plus grande partie de celui-ci et donc à favoriser le développement de fragments de renouées asiatiques éventuellement survivants. Le prélèvement de compost avec et sans déchets de renouées consistait à permettre une comparaison de comportement entre les deux types. Ces placettes ont été disposées en lisière de prairies et leurs contours ont été piquetés.

L'absence de renouées sur ces sites a été vérifiée au préalable.

Le suivi des repousses végétales a été réalisé à deux semaines (mi-avril), cinq semaines (début mai) et neuf semaines (fin mai).



Figure n°17 - placettes de compost avec effluents d'élevage (M. Vuillemenot).



Figure n°18 - placettes de compost sans effluents d'élevage (M. Vuillemenot).

RESULTATS

sondes P1 à P5, localisées dans les parties d'andains composées du mélange de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts.

3.1 Suivi des andains pendant les phases de fermentation et de maturation (voir annexe 1 : action 5)

3.1.1 Suivi des températures

Toutes les données brutes de température sont restituées dans l'annexe 3.

Températures moyennes

Pour chaque andain, la moyenne des températures considérée ci-après correspond, semaine par semaine, à la moyenne des températures relevées par les cinq

Température moyenne relevée dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts

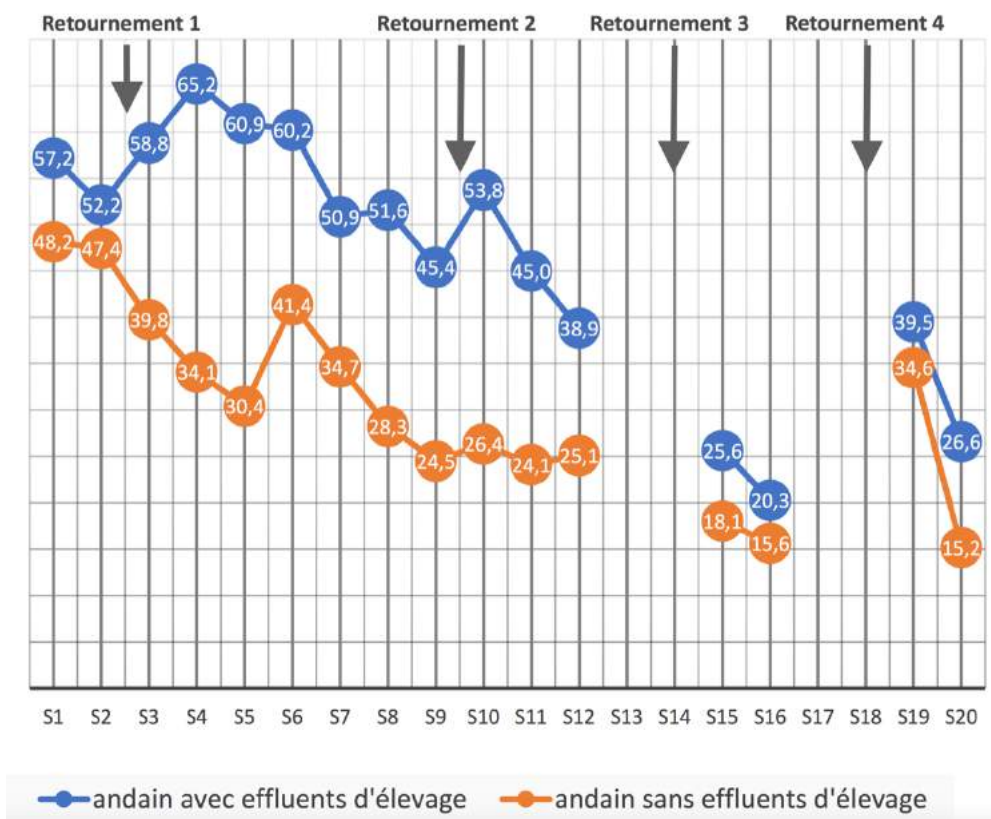


Figure n°19 - comparaison de la température moyenne relevée dans l'andain avec effluents d'élevage et dans l'andain sans effluents d'élevage.

La moyenne des températures relevées dans l'andain avec effluents atteint au maximum 65°C. Après le premier retournement, quatre semaines consécutives dépassent les 55°C, permettant, selon Debril (2005), de neutraliser la viabilité des graines. Il s'agit toutefois d'une moyenne, qui masque l'existence de zones plus froides dans cet andain (voir 1.1.2 Températures relevées à plusieurs endroits des andains).

La moyenne des températures relevées dans l'andain sans effluents d'élevage atteint au maximum 48°C. Les conditions permettant de neutraliser la viabilité des graines ne sont pas atteintes.

Températures relevées à plusieurs endroits des andains

Le positionnement des sondes P1 à P5 a été déterminé pour mettre en évidence l'hétérogénéité des températures au sein des andains.

- Comportement de la base des andains (sonde P1)

Température relevée pour la sonde P1 (strate inférieure : 0,3 m au-dessus du sol, à 1 m de profondeur à l'horizontale) dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts

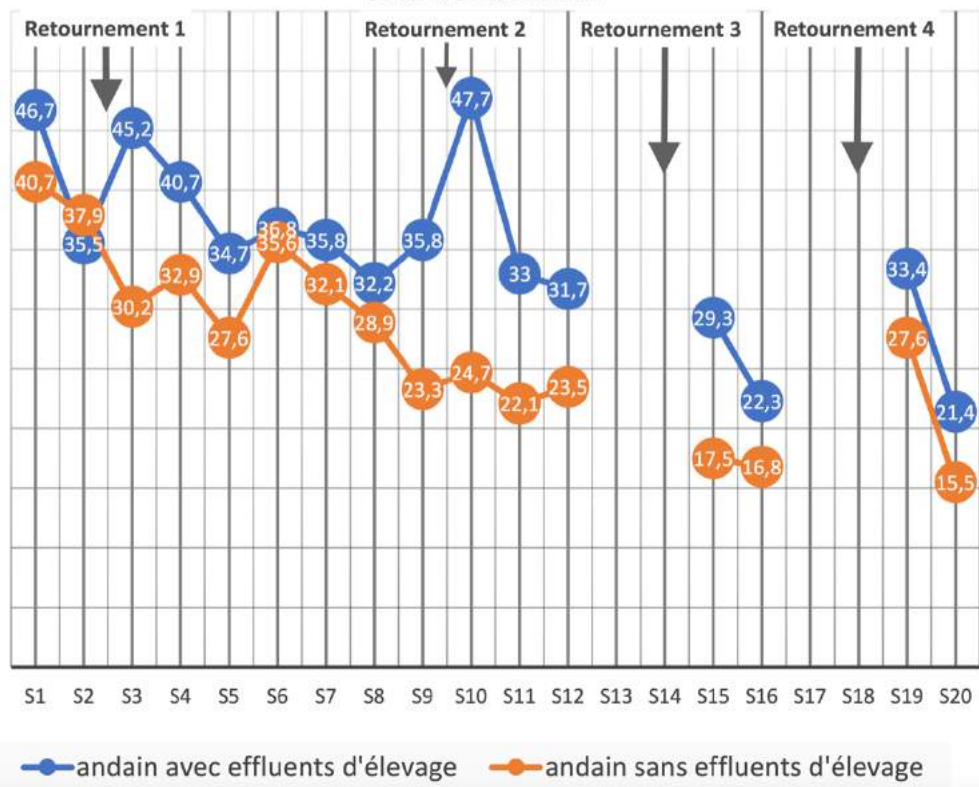
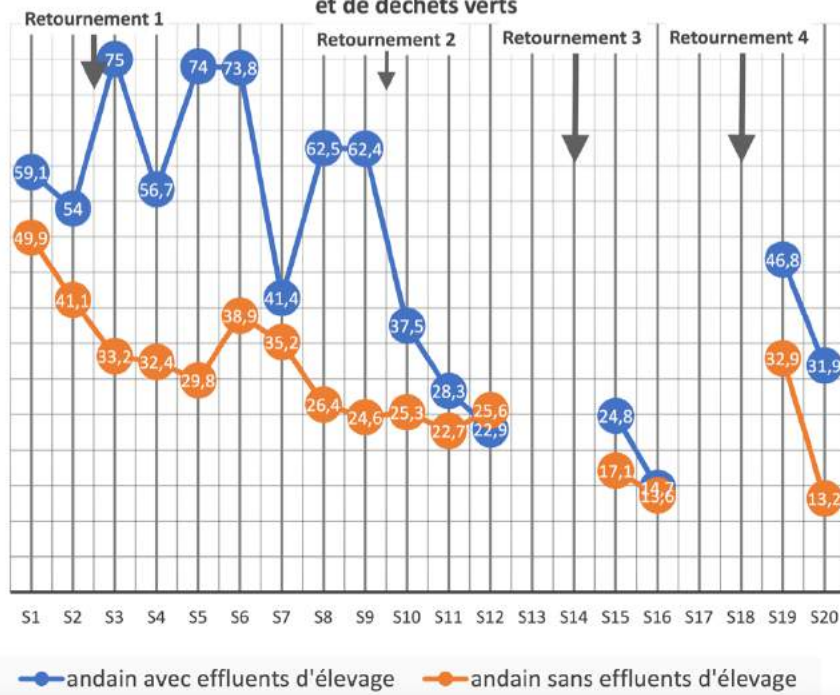


Figure n°20 - comparaison de la température relevée à la base de l'andain avec effluents d'élevage et de l'andain sans effluents d'élevage.

La base des andains constitue clairement un point de faiblesse pour le processus de fermentation : la température n'atteint jamais 50°C, même pour l'andain avec effluents d'élevage.

Comportement des faces intérieures des andains (sondes P2 et P4)

Température relevée pour la sonde P2 (strate moyenne : 1 m au-dessus du sol, à 1 m de profondeur à l'horizontale) dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts



Température relevée pour la sonde P4 (strate moyenne : 1 m au-dessus du sol, à 1 m de profondeur à l'horizontale) dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts

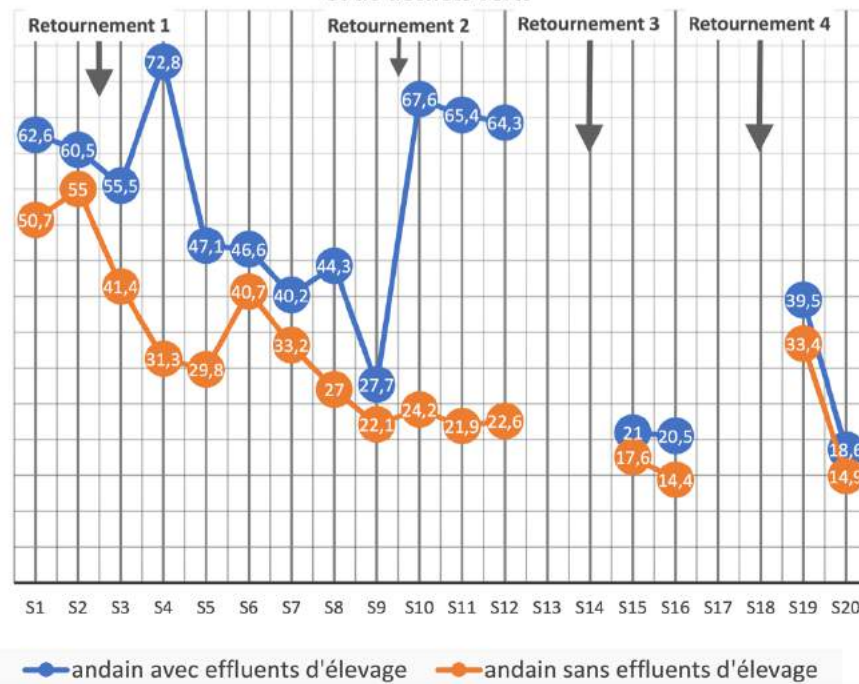


Figure n°21 - comparaison de la température relevée sur les faces intérieures de l'andain avec effluents d'élevage et de l'andain sans effluents d'élevage.

L'analyse des résultats de la sonde P2 montre que le processus de fermentation est très actif à cet endroit,

pour l'andain avec effluents d'élevage, puisque la température peut atteindre 75°C. Sept semaines

connaissent également une température supérieure à 55°C, dont quatre semaines successives (sans retournement entre temps), ce qui permet de considérer, selon Debril (2005), que les graines présentes dans cet endroit ont été neutralisées.

Néanmoins, alors que la sonde P4 est localisée au même endroit que la sonde P2 mais sur l'autre face de l'andain, les résultats sont différents. Là aussi la

température monte jusqu'à 72°C et sept semaines connaissent une température supérieure à 55°C, mais curieusement, ces pics de chaleur n'interviennent pas toujours aux mêmes dates que pour la sonde P2.

Concernant l'andain sans effluents d'élevage, la température n'atteint 55°C qu'une fois en un seul point (P4 en semaine 2).

▪ Comportement du centre des andains (sonde P3)

Température relevée pour la sonde P3 (centre de l'andain : 1 m de profondeur depuis le sommet à la verticale) dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts

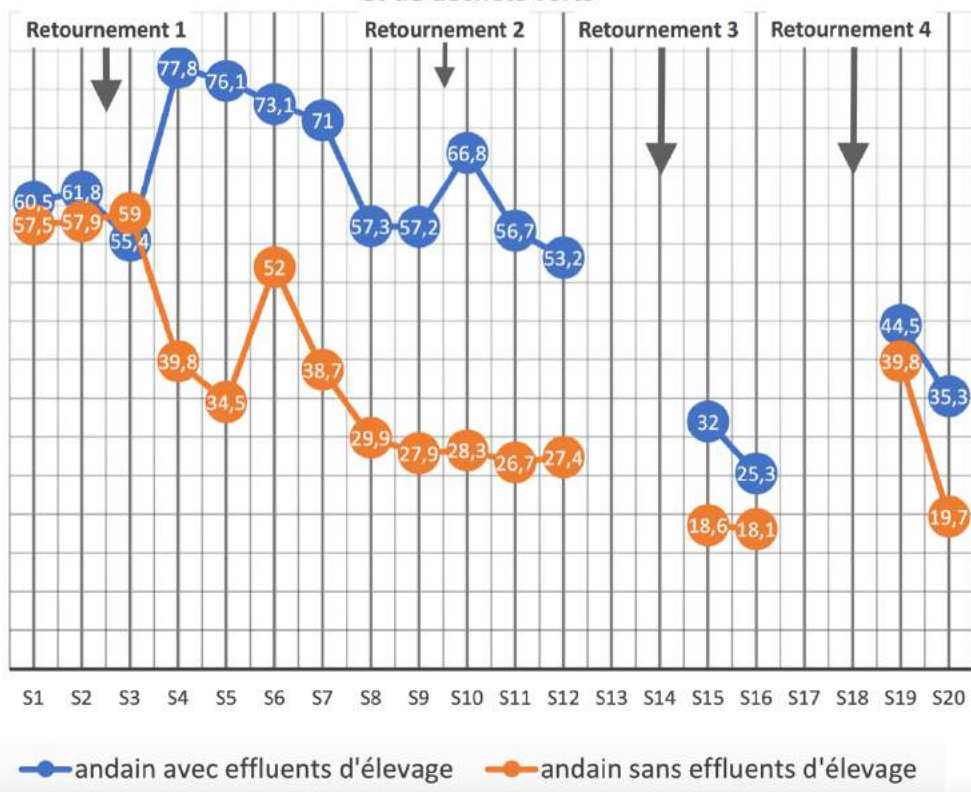


Figure n°22 - comparaison de la température relevée au centre de l'andain avec effluents d'élevage et de l'andain sans effluents d'élevage.

Le cœur de l'andain constitue clairement la zone la plus chaude. Pour l'andain avec effluents d'élevage, la température dépasse 55°C pendant les douze premières semaines, de manière continue. L'une des deux températures maximales de tout le suivi a été atteinte à cet endroit : 77,8°C. Sachant que deux retournements ont brassé le tas de compost pendant cette durée, il peut être considéré que tous les déchets sont passés par ce centre au moins une fois. Si tel est bien le cas, toutes les graines de l'andain seraient alors dévitalisées.

Mais le phénomène est beaucoup moins prononcé ici, puisque seulement trois semaines, consécutives, connaissent une température supérieure à 55°C. Le pic de chaleur est modéré, avec 59°C. Sachant qu'un seul retournement est intervenu durant ces trois semaines, tous les déchets ne sont pas passés par ce centre au moins une fois, et pendant une période comprise entre deux et quatre semaines. Par conséquent, la plupart des graines contenues dans l'andain sans effluents d'élevage n'ont pas été neutralisées.

De la même manière, le centre de l'andain est la zone la plus chaude de l'andain sans effluents d'élevage.

Comportement du sommet des andains (sonde P5)

Température relevée pour la sonde P5 (strate supérieure, à 0,3 m de profondeur à la verticale) dans les parties d'andain composées de broyat de déchets de renouées asiatiques et de déchets verts

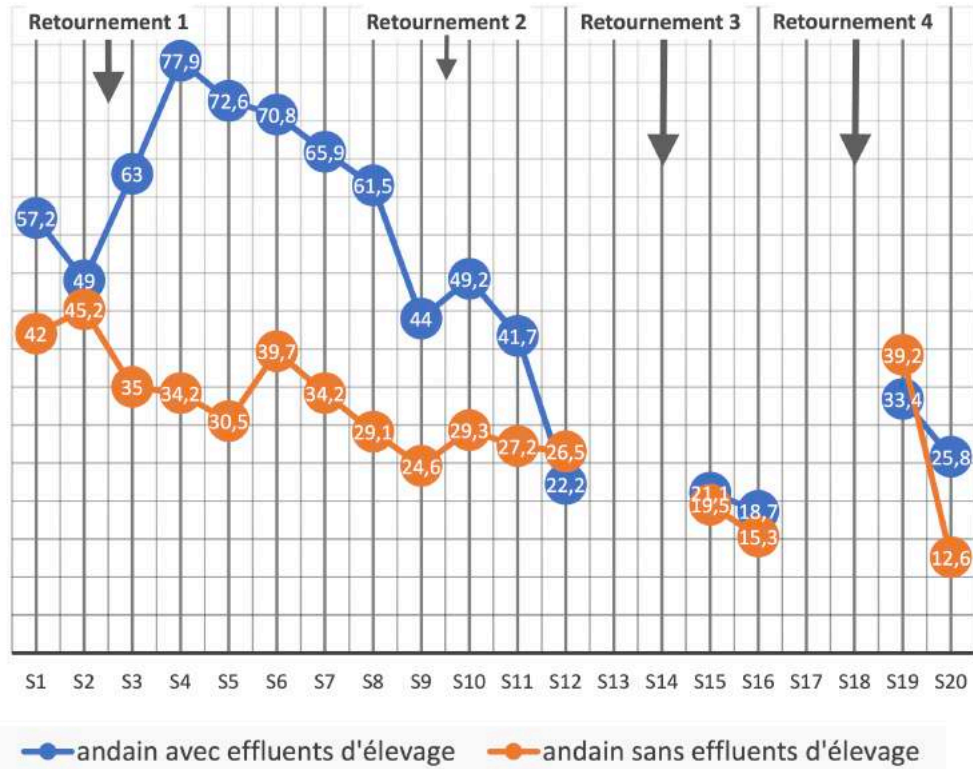


Figure n°23 - comparaison de la température relevée au sommet de l'andain avec effluents d'élevage et de l'andain sans effluents d'élevage.

La strate supérieure des andains pourrait a priori être considérée comme une zone vulnérable pour la fermentation, c'est-à-dire une zone froide. Or ce n'est pas le cas pour l'andain avec effluents d'élevage : la température dépasse 55°C pendant sept semaines, dont six semaines consécutives. En outre, la température maximale de tout le suivi est atteinte à cet endroit (77,9°C).

Cette situation ne se vérifie pas pour l'andain sans effluents d'élevage. La température ne dépasse jamais 45°C, ce qui constitue, malgré tout, une température élevée pour cet andain.

L'explication serait donc, tout simplement, que la chaleur produite au cœur de l'andain s'évacue par le haut, et ce transit réchauffe fortement la strate supérieure. Ce constat témoigne encore du rôle essentiel du fumier pour chauffer l'andain.

3.1.2 Suivi des repousses végétales

Des andains dépourvus de végétation

Strictement aucun développement de végétation n'est apparu au cours de l'année 2018 sur aucun des deux andains. Au printemps 2019, des plantules d'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) ont germé sur l'andain composé en partie d'effluents d'élevage, correspondant vraisemblablement à des graines en provenance des haies environnantes venues se déposer sur le tas de compost. Quelques graminées des prairies se développaient également, (ray-grass [*Lolium perenne*], dactyle aggloméré [*Dactylis glomerata*]), correspondant probablement à des graines apportées par les effluents d'élevage.



Figure n°24 - andain avec effluents d'élevage en mai 2019 (M. Vuillemenot).

L'andain dépourvu d'effluents d'élevage n'a pas pu être observé au printemps 2019, puisque, pour des raisons indépendantes à l'expérimentation, il a dû être exporté dès que les extrémités ont été prélevées pour le test d'absence de reprise des renouées asiatiques.

D'une manière générale, l'absence de toute repousse végétale sur des andains, durant les six premiers mois, semble courante d'après les observations des techniciens du SYBERT. La montée en température et la production de phytotoxines dans le compost, ajoutés aux retournements, sont autant de facteurs empêchant ce développement végétatif. Pour autant, le développement de végétaux en pied de compost peut être observé durant cette période. Cela n'a pas été le cas durant cette expérimentation, alors même que des fragments de renouées asiatiques auraient été susceptibles de tomber sur les marges de l'andain, d'être enfouis au cours des manipulations du compost par les engins agricoles et ainsi de bouturer.



Figure n°25 - les marges d'andain peuvent constituer des zones à risques puisque des fragments encore vivants de plantes ligneuses (et des graines) peuvent être enfouis dans le sol et former une nouvelle plante (M. Vuillemenot).

Des conditions climatiques peu favorables à la végétation

Cette absence totale de toute repousse végétale, même en pied d'andain, a été directement influencée par les conditions climatiques de l'été 2018. Ce dernier, le plus chaud depuis 1900, a été marqué par la persistance quasi continue de températures supérieures aux valeurs saisonnières et par une vague de chaleur exceptionnelle qui a concerné l'ensemble du pays du 24 juillet au 8 août.

Malgré quelques rafraîchissements ponctuels principalement en août, les températures sont généralement restées supérieures aux normales, notamment sur un large quart nord-est où elles ont souvent été 2 à 3 °C au-dessus des normales. Le déficit pluviométrique a dépassé 50 %. Durant l'automne 2018, les conditions anticycloniques ont été prédominantes. Le nord du pays, très peu arrosé, a connu un ensoleillement remarquable. Dans le nord-est, septembre et octobre ont connu des températures supérieures aux normales durant la quasi-totalité de cette période et les précipitations ont été quasi absentes (source Météo France).

Ce contexte climatique n'a donc pas été propice au bon déroulé de l'expérimentation puisqu'il a rendu difficile une reprise de végétation. Afin de compenser ce déficit pluviométrique, un arrosage des andains aurait pu être organisé, mais il était difficile

techniquement, car les andains se situaient en plein champ, et inenvisageable dans un contexte réglementaire de restriction de l'usage de l'eau.

3.2 2 Suivi du compost après la phase de maturation (voir annexe 1 : actions 8, 9 et 10)

Lors du premier passage, deux semaines après le prélèvement des échantillons d'andains, aucune repousse végétale n'a été observée sur les placettes. Néanmoins, le compost sans effluents d'élevage n'a été étalé que le jour même de cette visite, faussant les observations.

Lors du deuxième passage, cinq semaines après le prélèvement des échantillons d'andains, seules les deux placettes sans effluents d'élevage comportaient quelques plantules d'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), dont les graines ont certainement dû se déposer sur les andains en fin d'été 2018. Les placettes avec effluents d'élevage étaient dépourvues de repousse végétale, mais elles avaient été fortement perturbées par le piétinement involontaire de génisses échappées, qui ont pu potentiellement détruire d'éventuelles plantules et ainsi masqué ces développements de végétation.

Lors du troisième passage, neuf semaines après le prélèvement des échantillons d'andains, les placettes sans effluents d'élevage comportaient toujours des plantules d'érable sycomore, mais également, cette fois, des plantules d'adventices communes dans les jardins et les cultures : chénopode blanc (*Chenopodium album*), véronique de Perse (*Veronica persica*), lampane commune (*Lapsana communis*), lierre terrestre (*Glechoma hederacea*), renouée faux-liseron (*Fallopia convolvulus*). De la mélisse officinale (*Melissa officinalis*) a également été observée. La présence de cette plante de jardin en particulier confirme vraisemblablement que la fermentation n'a pas été suffisante pour neutraliser toutes les semences ou toutes les boutures présentes dans les déchets verts initialement. Par ailleurs, le développement de ces plantes indique que le compost n'est plus phytotoxique.

Les placettes avec effluents d'élevage n'abritaient que quelques champignons. Toutefois, elles avaient encore été perturbé en partie, du fait d'un passage de herse.

En dépit de toutes les perturbations subies par le compost sans effluents d'élevage en particulier, il a été considéré, à l'issue de ce dernier passage, que le risque de développement de renouées asiatiques dans les deux types de composts était désormais nul. L'autorisation d'épandre a été formulée.

BILAN DE L'EXPERIMENTATION, DISCUSSION ET PROPOSITIONS

4.1 Pas de reprise des fragments de renouées asiatiques, mais des conditions climatiques particulières

Les résultats témoignent d'une absence totale de reprise des fragments de tiges et de rhizomes de renouées asiatiques, aussi bien dans l'andain en co-compostage avec effluents d'élevage que dans l'andain avec compostage de déchets verts uniquement. Pourtant, les suivis de température ont mis en évidence une réelle différence du processus de fermentation entre ces deux andains. L'absence d'apports d'effluents d'élevage ne permet pas d'atteindre les températures requises pour une hygiénisation satisfaisante du compost. Cette situation aurait pu permettre à certains fragments de végétaux de ne pas desséchés ou pourrir.

A aucun moment n'a été observée non plus de reprise de boutures en pied d'andain, alors que cette localisation concentre souvent les inquiétudes dans les études sur le sujet (Hauray, 2005 ; Fuchs *et al.*, 2017). En effet, les températures sont plus faibles à cet endroit, les fragments de végétaux sont au contact de la terre et la circulation d'engins ou le piétinement humain peuvent enfouir ces fragments.

Cependant, il convient de rappeler que les conditions climatiques de l'été et de l'automne 2018 n'étaient pas favorables à la reprise de boutures de végétaux. En effet, cette période a été exceptionnellement chaude et surtout sèche. Même si cette météo est pressentie par les climatologues pour devenir la norme au cours des années et des décennies prochaines, elle a néanmoins probablement influencé les résultats de cette expérimentation.

En parallèle, les observations obtenues, bien qu'identiques entre l'andain avec effluents d'élevage et l'andain sans effluents d'élevage, résultent de l'analyse d'un seul cas à chaque fois. Idéalement, il serait nécessaire de conforter ce test en disposant de plusieurs répliquats pour les deux systèmes de compostage.

4.2 Des résultats cohérents avec les autres expérimentations

Malgré tout, ces résultats rejoignent ceux d'autres études ayant testé le compostage de tiges de renouées asiatiques, même s'il s'agit de contextes plus ou moins différents à chaque fois (Dufrost, 2008 ; Gilles, 2012 ; Fuchs *et al.*, 2017 ; Barthod & Boyer, 2017). Les tiges, broyées ou non, se dégradent assez rapidement. Les reprises constatées parfois correspondent aux fragments demeurés en surface ou sur les marges. Mais, comme l'indiquent Barthod & Boyer (2017), ces boutures ne présenteraient un risque qu'à partir du moment où elles auraient le temps, durant la saison végétative, de développer un rhizome leur permettant de survivre à la période hivernale. Cependant, les retournements successifs empêchent en principe cette possibilité.

De plus, les expériences de gestion de renouées asiatiques convergent, globalement, sur le fait que la régénération des fragments de tiges nécessite une immersion dans l'eau (cours d'eau), ou du moins un substrat assez humide. Cette aptitude à la régénération serait également influencée par la taille des fragments : Mahy *et al.* (2013) ont en effet montré que des tiges broyées, mises en terre et arrosées, reprenaient beaucoup moins (7 %) que des tiges coupées en morceaux d'une dizaine de centimètres (67 %). Enfin, la période de l'année jouerait aussi un rôle dans cette aptitude à la régénération. Puijalon *et al.* (2019) constatent que ce sont principalement les fragments de tiges produits en été qui ont une meilleure capacité de régénération. Mahy *et al.* (2013) ont même constaté qu'au printemps (mai), ces fragments de tiges n'étaient pas capables de se régénérer, possiblement parce que le taux de lignification des tissus est plus faible à cette période.

Concernant les rhizomes des renouées asiatiques, les diverses expériences de compostage consultées sont également rassurantes. Ces puissantes tiges souterraines traçantes, horizontalement et verticalement dans le sol, sont réputées pour leur très forte aptitude à la régénération et constituent le principal vecteur de dispersion de ces espèces. Pour donner un ordre d'idée, Mahy *et al.* (2013) ont par exemple mis en évidence que des rhizomes, mis en terre et arrosés, avaient un taux élevé de régénération (27 % au printemps, 33 % en fin d'été) lorsqu'ils sont broyés, et un taux très élevé lorsqu'ils sont coupés en morceaux de 10 cm (93 % au printemps, 53 % en fin d'été).

En matière de compostage de rhizomes de renouées asiatiques, les travaux de Barthod & Boyer (2017) en particulier sont riches d'enseignement. Ceux-ci montrent que les fragments en cœur d'andain sont dévitalisés par la chaleur et la sécheresse. En revanche, en surface (jusqu'à 0,3 m), la chaleur

modérée et l'humidité ambiante contribuent plutôt au pourrissement des rhizomes, mais une partie d'entre eux sont stimulés par ces conditions et développent des tiges et des feuilles. Cette croissance végétative s'observe sur de gros fragments de rhizomes, mais également sur de très petits fragments (moins de 1 cm). Néanmoins, ces reprises sont détruites au gré des retournements successifs. Le seul risque, marginal mais constaté, provient de fragments de rhizomes restés en bord d'andain et ayant réussi à échapper à tous les retournements.

4.3 L'importance des retournements d'andain et de la surveillance des abords

Par conséquent, tous ces exemples rappellent l'absolue nécessité des retournements, tels que la technique du faux-semis en agriculture : un premier brassage du compost met en surface, et donc dans conditions de développement, les parties de végétaux (fragments de tiges, de rhizomes ou graines) aptes à produire une nouvelle plante, puis le brassage suivant vient enfouir et détruire ainsi ces repousses.

En définitive, le point de vigilance reste le même pour les tiges et pour les rhizomes : il importe, durant les visites régulières de suivi des températures des andains, de surveiller les bords extérieurs. Tout fragment présentant des signes de croissance végétative devra être replacé au sein de l'andain. Cette vigilance doit être accrue lorsque la période de compostage connaît une pluviométrie régulière ou abondante, susceptible de stimuler cette croissance.

4.4 Le problème des graines

Une fois ces précautions prises, le SYBERT pourrait accepter, dans ses déchetteries, les déchets de renouées asiatiques. Cependant, cette consigne pourrait être valable jusqu'en août, puisqu'à partir de septembre des graines peuvent être viables. Sur ce point, Barthod & Boyer (2017) considèrent que les risques sont levés, c'est-à-dire que les graines sont neutralisées, au bout de huit mois de traitement, avec au moins deux retournements et des montées en températures de l'ordre de 70°C pendant le premier mois de compostage, puis des températures supérieures à 55°C après chaque retournement pendant plusieurs jours consécutifs.

En pratiquant quatre retournements au cours des quatre mois de fermentation, en atteignant des températures supérieures à 70°C pendant au moins quatre semaines consécutives en cœur d'andain et en dépassant les 55°C pendant au moins deux mois et

demi en cœur d'andain, le co-compostage à la ferme, avec effluents d'élevage, du SYBERT permettrait donc de neutraliser la viabilité des graines de renouées asiatiques. Cependant, il faudrait s'assurer que les bons résultats observés durant cette étude sont conformes aux résultats habituels.

En revanche, les données recueillies au cours de cette expérimentation indiquent que le seul compostage de déchets verts (sans effluents d'élevage) en plein champ ne permet pas de supprimer le pouvoir germinatif des graines. Les conditions énumérées par Barthod & Boyer (2017) ne sont clairement pas obtenues. Par ailleurs, les résultats de l'étude de Poinssotte (2017) et nos propres observations durant nos prospections 2018 montrent que les andains sans effluents d'élevage constituent le terreau de plantules germant de semences de plantes des jardins : ornementales, potagères, voire invasives (ambrosie à feuille d'armoise). Au cours du printemps 2019, seules les placettes sans effluents d'élevage ont vu germer des adventices et des plantes de jardins. Par conséquent, l'existence de ce type de compostage au sein du SYBERT empêcherait la possibilité d'apporter sur les plateformes de déchets verts des tiges de renouées asiatiques en fruits.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barthod L. & Boyer M., 2017. *Prévention du risque de dissémination des plantes invasives via la filière de valorisation des déchets verts par compostage ; étude de la survie des tiges, des rhizomes et des graines de renouées asiatiques intégrés dans un compost industriel*. Concept.Cours.d'EAU, 52 p.
- CPIE Monts du Pilat, 2011. Pistes pour une meilleure gestion des déchets de renouées sur le département de la Loire. CPIE Monts du Pilat, 10 p.
- Debril J., 2005. *Gestion des déchets de jussie par le compostage*. DIREN Pays de la Loire, UMR INRA Agrocampus EQHC, 36 p.
- Dufrost T., 2008. *Étude de la gestion des déchets de Renouées sur le département de la Loire. Rapport de stage de l'École des métiers de l'environnement, CPIE des Monts du Pilat, 48 p. + annexes.*
- Fuchs J., Dierauer H., Klais M., Hölzel B., Baier U. et Collet L., 2017. *Etude de la survie du souchet comestible (Cyperus esculentus) et de la renouée du Japon (Reynoutria japonica) lors du compostage et de la méthanisation ; rapport final*. FiBL Suisse, 21 p.
- Gilles C., 2012. *Expérimentation de compostage de renouées géantes. Colloque national renouées asiatiques, 23 et 24 octobre 2012, Saint-Étienne. FRAPNA Haute-Savoie.*
- Haury J., 2005. *Fiche sur le compostage des végétaux aquatiques et palustres, fiche de synthèse*. DIREN Pays de la Loire, UMR INRA Agrocampus EQHC, 5 p.
- Mahy G., Monty A. & Eugène M., 2013. *Recherche d'intérêt général relative à l'efficacité du compostage de plantes exotique invasives ; rapport final*. Gembloux Agro-Bio Tech Université de Liège, 43 p.
- Poinssotte L., 2017. *Evaluation des risques de dissémination de plantes exotiques dans le cadre du traitement des déchets verts par co-compostage et épandage sur sols agricoles au sein du SYBERT. CBNFC-ORI, 53 p. + annexes.*
- Piola F. et Rouifed S., 2012. *Bases scientifiques pour un contrôle des renouées asiatiques. Colloque national renouées asiatiques, 23 et 24 octobre 2012, Saint-Étienne. UMR 5023 Université Lyon1.*
- Puijalon S., Thiébaud M., Lamberti-Raverot B., Piola F. et Rouifed S., 2019. *Dispersion par les cours d'eau des propagules végétatives et sexuées du complexe d'espèces Reynoutria. Sciences Eaux et Territoires, 27 : 34-37.*
- Sarat E., Mazaubert E., Dutartre A., Poulet N. & Soubeyran Y., 2015. *Les espèces exotiques envahissantes. Connaissances pratiques et expériences de gestion. Volume 1 - Connaissances pratiques*. Onema. Collection Comprendre pour agir, 252 p.
- Schnitzler A., 2012. *Biologie et écologie des renouées asiatiques. Colloque national renouées asiatiques, 23 et 24 octobre 2012, Saint-Étienne. Université de Lorraine LIEBE, UMR 7146 METZ.*
- Vial D., 2014. *Plan régional de valorisation des déchets issus des chantiers de gestion de plantes invasives. Rapport de stage. Conservatoire d'espaces naturels Centre, 98 p.*

ANNEXES

- **Annexe 1 : Détail, par ordre chronologique, des étapes de l'expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de déchets de renouées asiatiques**
- **Annexe 2 : Localisation des sondes de suivi des températures dans les andains**
- **Annexe 3 : Relevés de températures dans les andains (SYBERT)**

Annexe 1 : Détail, par ordre chronologique, des étapes de l'expérimentation de compostage et de co-compostage à la ferme de déchets de renouées asiatiques.

Actions		Dates	Lieux	Intervenants	Remarques
1	Prélèvement des tiges et des rhizomes de renouées	29/06, 2/07 et 3/07 2018	Villars-St-Georges (25), (X 5° 49' 38.29", Y 47° 7' 36.40") et Boussières (25) (X 5° 53' 10.50", Y 47° 8' 57.40" et X 5° 53' 8.94", Y 47° 9' 11.67")	CDEI	- Coupe à la débrousaieuse (couteau) des tiges de renouées (environ 25 m3 tassées) et arrachage au croc des rhizomes (1 m3) - Tiges : mélange de <i>Reynoutria japonica</i> (1/3) et de <i>R. xbohemica</i> (2/3) - Rhizomes : <i>Reynoutria xbohemica</i>
2	Stockage des déchets de renouées	A partir du 29/06 pour les premiers déchets, jusqu'au 5/07 2018	Thoraise (25), (X 5° 54' 20.65", Y 47° 9' 56.14")	CDEI	- Temps très ensoleillé, températures voisines de 30°C jusqu'au 4 juillet (atteignant 35°C le 1er juillet) - espace réservé au sein de la plateforme bétonnée pour les déchets verts de la déchetterie
3	Broyage des déchets de renouées et réalisation du mélange à composter	5/07 2018	idem	AGRI COMPOST 70	- Temps pluvieux, 24°C - La moitié des tiges de renouées déjà relativement desséchées - Obtention d'environ 5 m3 de broyat de renouées - Réalisation d'un broyat composé d'une part de broyat de déchets de renouées pour 9 parts de broyat de déchets verts
4	Formation des andains	5/07 2018	Thoraise (25) (X 5° 53' 51.6", Y 47° 10' 22.0") et Roset-Fluans (25) (X 5° 49' 52.20", Y 47° 9' 46.74")	Agriculteurs	- Visite préalable par le CBNFC-ORI des parcelles pour vérifier l'absence de renouées asiatiques - Formation d'un andain à Thoraise (L 30 m, l 4,8m, h 1,6 m) dans une prairie grasse et d'un andain à Roset-Fluans (L27 m, l 4,5, h 1,6 m) dans un champ cultivé - Broyat incluant les déchets de renouées situées dans les deux cas en tête d'andain (Thoraise : environ 10 m ; Roset-Fluans environ 8 m) - Andains composés d'une part significative de gros débris ligneux
5	Prise de température 1 des andains	12/07 2018	idem	SYBERT, CBNFC-ORI	- Phase de fermentation - Choix de la localisation fixe des prises de température dans les andains pour l'ensemble du suivi - Aucune repousse végétale observée sur et au pied de l'andain - Temps moyen de la prise de température pour les deux andains: 3h
5	Prise de température 2 des andains	19/07 2018	idem	SYBERT	idem
6	Apport d'effluents d'élevage	23/07 2018	Roset-Fluans (25) (X 5° 49' 52.20", Y 47° 9' 46.74")	Agriculteur	Apport de 50 % d'effluents d'élevage, rapportant la part de broyat de renouées à 5 % du broyat total
7	Retournement 1 des andains	25/07 2018	Thoraise (25) (X 5° 53' 51.6", Y 47° 10' 22.0") et Roset-Fluans (25) (X 5° 49' 52.20", Y 47° 9' 46.74")	CUMA des Nobles pratiques	

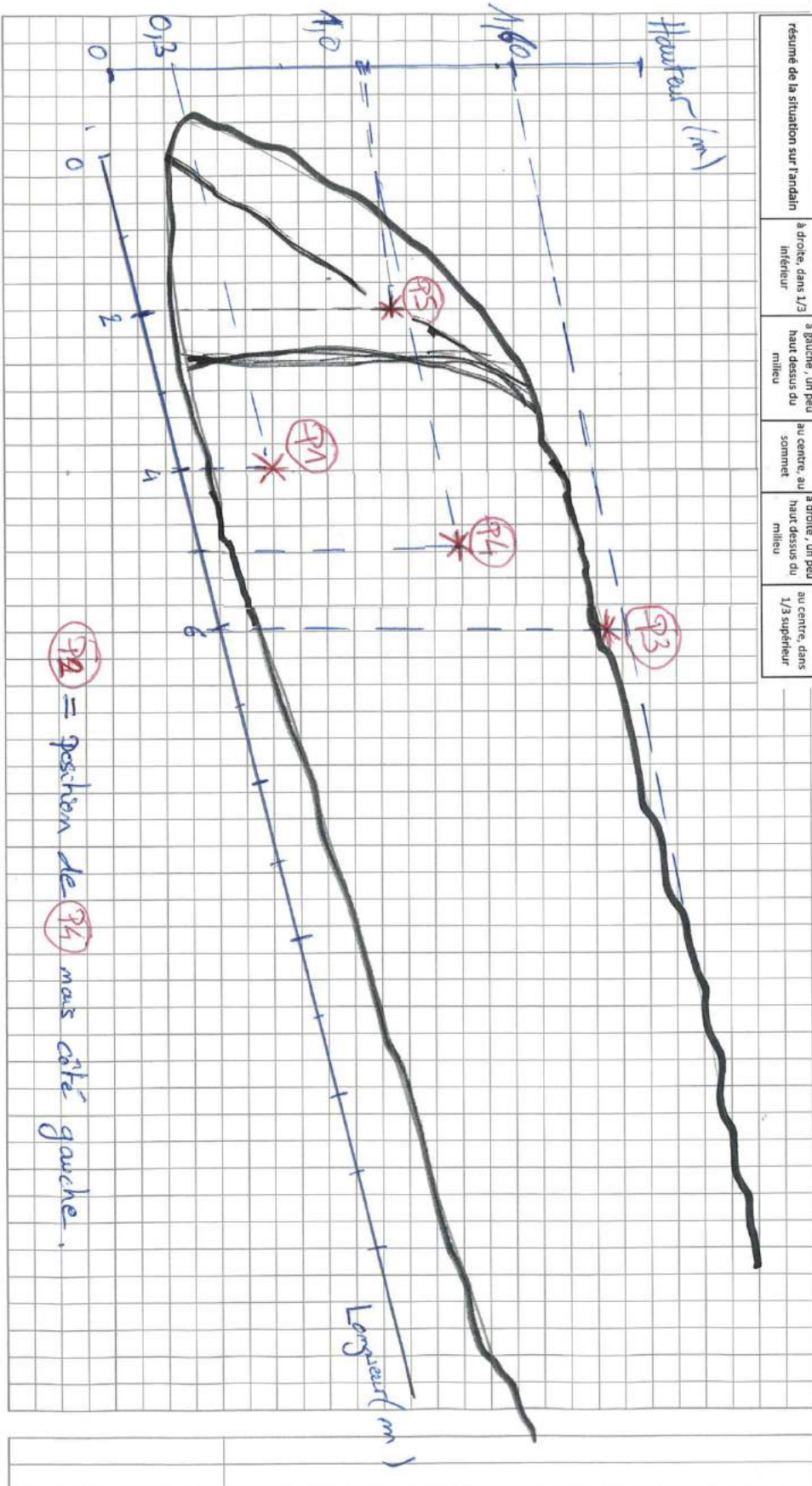
5	Prise de température 3 des andains	26/07 2018	idem	SYBERT	- Phase de fermentation - Aucune repousse végétale observée sur et au pied de l'andain
5	Prise de température 4 des andains	02/08 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 5 des andains	09/08 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 6 des andains	16/08 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 7 des andains	23/08 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 8 des andains	30/08 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 9 des andains	06/09 2018	idem	idem	idem
7	Retournement 2 des andains	12/09 2018	idem	CUMA des Nobles pratiques	
5	Prise de température 10 des andains	13/09 2018	idem	SYBERT	- Phase de fermentation - Aucune repousse végétale observée sur et au pied de l'andain
5	Prise de température 11 des andains	21/09 2018	idem	idem	idem
5	Prise de température 12 des andains	28/09 2018	idem	idem	idem
7	Retournement 3 des andains	11/10 2018	idem	CUMA des Nobles pratiques	
5	Prise de température 13 des andains	19/10 2018	idem	SYBERT	- Phase de fermentation - Aucune repousse végétale observée sur et au pied de l'andain
5	Prise de température 14 des andains	26/10 2018	idem	idem	idem
7	Retournement 4 des andains	6/11 2018	idem	CUMA des Nobles pratiques	
5	Prise de température 15 des andains	14/11 2018	idem	SYBERT	- Phase de maturation - Aucune repousse végétale observée sur et au pied de l'andain
5	Prise de température 16 des andains	21/11 2018	idem	idem	idem
8	Prélèvement et étalement d'échantillons de broyat sans renouées et avec renouées	29/03 2019	Export des prélèvements de Thoraise à Torpes (25) (X 5° 52' 57.04", Y 47° 9' 55.81"). Les prélèvements de Roset-Fluans sont exportés dans une parcelle voisine (X 5° 49' 56.29", Y 47° 9' 46.94")	Agriculteurs	- Prélèvement, pour chaque andain, de 6-7 m3 à chaque extrémité (une extrémité composée en partie de broyat de renouée et une extrémité composée uniquement de broyat de déchets verts) - Etalement et léger tassement de ces prélèvements au sol, sur des placettes de 20 m2 (L 5, l 4 m)
9	Observation 1 des repousses végétales	12/04 2019	Roset-Fluans (25) (X 5° 49' 56.29", Y 47° 9' 46.94")	CBNFC-ORI	- Le compost de Torpes a été visité mais il n'était pas encore étalé. Il l'a été dans la foulée le 12/04 2019 - Aucune repousse végétale observée sur les placettes de compost

9	Observation 2 des repousses végétales	2/05 2019	Torpes (25) (X 5° 52' 57.04", Y 47° 9' 55.81") et Roset-Fluans (25) (X 5° 49' 56.29", Y 47° 9' 46.94")	idem	<ul style="list-style-type: none"> - A Torpes, développement de quelques plantules d'érable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>) - A Roset-Fluans, aucune repousse végétale observée sur les placettes de compost, mais celles-ci ont été fortement perturbées par le piétinement involontaire de génisses échappées
9	Observation 3 des repousses végétales	28/05 2019	idem	idem	<ul style="list-style-type: none"> - A Torpes, développement des plantules d'érable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>), déjà observées précédemment, ainsi que d'adventices communes de jardins et de cultures : chénopode blanc (<i>Chenopodium album</i>), véronique de Perse (<i>Veronica persica</i>), lampsane commune (<i>Lapsana communis</i>). De la mélisse officinale (<i>Melissa officinalis</i>) a également été observée - A Roset-Fluans, développement de quelques champignons, aucune repousse végétale
10	Fin de l'expérimentation, constat d'absence de reprise de renouées dans les andains	5/06 2019	idem	idem	<ul style="list-style-type: none"> - Rédaction d'un compte-rendu autorisant l'utilisation du compost

Annexe 2 : Localisation des sondes de suivi des températures dans les andains.

longueur depuis l'extrémité en pied d'andain (m)	P1	P2	P3	P4	P5
hauteur depuis le sol (m)	0,3	1	1,6	1	1,2
profondeur d'enfoncement de la sonde (m)	1	1	1	1	0,3
orientation de la sonde	horizontale	horizontale (légerement oblique vers le bas)	verticale	horizontale (légerement oblique vers le bas)	horizontale
résumé de la situation sur l'andain	à droite, dans 1/3 inférieur	à gauche, un peu haut dessus du milieu	au centre, au sommet	à droite, un peu haut dessus du milieu	au centre, dans 1/3 supérieur

POSITIONNEMENT DES SONDES POUR LE SUIVI DES PRISES DE TEMPÉRATURE DANS L'ANDAIN CONTenant DE LA RENOUÉE



Annexe 3 : Relevés de températures dans les andains (SYBERT).

N° andain : 28'/2018 (avec effluents d'élevage)

Lieu de broyage :	Thoraise
Date de broyage :	05/07/2018
Lieu de dépôt de l'andain :	Roset-Fluans

Date	Semaine après broyage	Points mélange déchets renouées/déchets verts	Températures (°c)	Température moyenne (°c)	Points déchets verts	Températures (°c)	Température moyenne (°c)	Température moyenne globale (°c)
Prise de température 1 : 12/07/18	S1	P1	46,7	57,2	P6	60,2	62,0	59,6
		P2	59,1		P7	61,4		
		P3	60,5		P8	68,5		
		P4	62,6		P9	58		
		P5	57,2		P10	61,7		
Prise de température 2 : 19/07/18	S2	P1	35,5	52,2	P6	66,4	59,9	56,1
		P2	54		P7	56,5		
		P3	61,8		P8	56,4		
		P4	60,5		P9	66,5		
		P5	49		P10	53,9		
1er retournement : 25/07/18 Prise de température 3 : (S+1 après R1) 26/07/18	S3	P1	45,2	58,8	P6	73	62,2	60,5
		P2	75		P7	65,5		
		P3	55,4		P8	65		
		P4	55,5		P9	52,4		
		P5	63		P10	55,3		
Prise de température 4 : 02/08/18	S4	P1	40,7	65,2	P6	71,2	65,7	65,5
		P2	56,7		P7	40		
		P3	77,8		P8	69,2		
		P4	72,8		P9	70,8		
		P5	77,9		P10	77,4		
Prise de température 5 : 09/08/18	S5	P1	34,7	60,9	P6	35,8	61,2	61,1
		P2	74		P7	71,7		
		P3	76,1		P8	75,5		
		P4	47,1		P9	75		
		P5	72,6		P10	48,1		
Prise de température 6 : 16/08/2018	S6	P1	36,8	60,2	P6	48,1	61,8	61,0
		P2	73,8		P7	69,9		
		P3	73,1		P8	71,8		
		P4	46,6		P9	49,5		
		P5	70,8		P10	69,6		
Prise de température 7 : 23/08/2018	S7	P1	35,8	50,9	P6	70,1	67,3	59,1
		P2	41,4		P7	72,8		
		P3	71		P8	71,2		
		P4	40,2		P9	52,4		
		P5	65,9		P10	70,1		

Prise de température 8 : 30/08/18	S8	P1	32,2	51,6	P6	38,4	51,6	51,6
		P2	62,5		P7	64,3		
		P3	57,3		P8	56,7		
		P4	44,3		P9	41,1		
		P5	61,5		P10	57,3		
Prise de température 9 : 06/09/18	S9	P1	35,8	45,4	P6	40,4	40,0	42,7
		P2	62,4		P7	28,3		
		P3	57,2		P8	50,4		
		P4	27,7		P9	28,4		
		P5	44		P10	52,4		
Prise de température 10 : R2 12/09/18 13/09/18	S10	P1	47,7	53,8	P6	40,6	56,8	55,3
		P2	37,5		P7	29,2		
		P3	66,8		P8	76,9		
		P4	67,6		P9	69,2		
		P5	49,2		P10	68		
Prise de température 11 : 21/09/18	S11	P1	33	45,0	P6	58,4	47,3	46,2
		P2	28,3		P7	37,6		
		P3	56,7		P8	39,5		
		P4	65,4		P9	43,1		
		P5	41,7		P10	57,8		
Prise de température 12 : 28/09/18	S12	P1	31,7	38,9	P6	37,5	38,6	38,7
		P2	22,9		P7	23,6		
		P3	53,2		P8	36,7		
		P4	64,3		P9	50		
		P5	22,2		P10	45,3		
Prise de température 12 : 19/10/18 R3 11/10/18	S15	P1	29,3	25,6	P6	16,6	26,3	26,0
		P2	24,8		P7	26,6		
		P3	32		P8	34,5		
		P4	21		P9	23,5		
		P5	21,1		P10	30,4		
Prise de température 12 : 26/10/18	S16	P1	22,3	20,3	P6	23,3	22,6	21,5
		P2	14,7		P7	14,9		
		P3	25,3		P8	23,8		
		P4	20,5		P9	22,5		
		P5	18,7		P10	28,7		
Prise de température 13 : 14/11/18 R4 6/11/18	S19	P1	33,4	39,5	P6	26,6	40,2	39,9
		P2	46,8		P7	40		
		P3	44,5		P8	48,5		
		P4	39,5		P9	36,6		
		P5	33,4		P10	49,5		
Prise de température 13 : 21/11/18	S20	p1	21,4	26,6	P6	28,2	30,5	28,6
		P2	31,9		P7	36,6		
		P3	35,3		P8	25,6		
		P4	18,6		P9	27,8		
		P5	25,8		P10	34,5		

N° andain : 28/2018 (sans effluents d'élevage)

Lieu de broyage :	Thoraise
Date de broyage :	05/07/2018
Lieu de dépôt de l'andain :	Thoraise

Date	Semaine après broyage	Points mélange déchets renouvelés/déchets verts	Températures (°c)	Température moyenne (°c)	Points déchets verts	Températures (°c)	Température moyenne (°c)	Température moyenne globale (°c)
Prise de température 1 : 12/07/18	S1	P1	40,7	48,2	P6	63	59,8	54,0
		P2	49,9		P7	60,2		
		P3	57,5		P8	51,4		
		P4	50,7		P9	66,1		
		P5	42		P10	58,3		
Prise de température 2 : 19/07/18	S2	P1	37,9	47,4	P6	63,4	59,9	53,7
		P2	41,1		P7	62,1		
		P3	57,9		P8	58,7		
		P4	55		P9	58,5		
		P5	45,2		P10	57		
1er retournement : 25/07/18 Prise de température 3 : (S+1 après R1) 26/07/18	S3	P1	30,2	39,8	P6	61,8	47,6	43,7
		P2	33,2		P7	35,5		
		P3	59		P8	38,2		
		P4	41,4		P9	43,1		
		P5	35		P10	59,6		
Prise de température 4 : 02/08/18	S4	P1	32,9	34,1	P6	32,5	36,9	35,5
		P2	32,4		P7	29,4		
		P3	39,8		P8	42,7		
		P4	31,3		P9	37,1		
		P5	34,2		P10	43		
Prise de température 5 : 09/08/18	S5	P1	27,6	30,4	P6	34,4	33,6	32,0
		P2	29,8		P7	29,4		
		P3	34,5		P8	30,4		
		P4	29,8		P9	35,3		
		P5	30,5		P10	38,3		
Prise de température 6 : 16/08/2018	S6	P1	35,6	41,4	P6	36,9	47,4	44,4
		P2	38,9		P7	48,6		
		P3	52		P8	49,4		
		P4	40,7		P9	49,8		
		P5	39,7		P10	52,1		
Prise de température 7 : 23/08/2018	S7	P1	32,1	34,7	P6	37,4	36,9	35,8
		P2	35,2		P7	37,1		
		P3	38,7		P8	38,8		
		P4	33,2		P9	32,2		
		P5	34,2		P10	39		
Prise de	S8	P1	28,9	28,3	P6	30,3	29,4	28,8

température 8 : 30/08/18		P2	26,4		P7	28,3		
		P3	29,9		P8	28,5		
		P4	27		P9	30		
		P5	29,1		P10	29,7		
Prise de température 9 : 06/09/18	S9	P1	23,3	24,5	P6	30	28,9	26,7
		P2	24,6		P7	29,6		
		P3	27,9		P8	26,5		
		P4	22,1		P9	29,6		
		P5	24,6		P10	28,8		
Prise de température 10 : R2 12/09/18 13/09/18	S10	P1	24,7	26,4	P6	28,8	28,3	27,3
		P2	25,3		P7	29,4		
		P3	28,3		P8	28,1		
		P4	24,2		P9	28,9		
		P5	29,3		P10	26,3		
Prise de température 11 : 21/09/18	S11	P1	22,1	24,1	P6	25,9	25,5	24,8
		P2	22,7		P7	23,4		
		P3	26,7		P8	28,5		
		P4	21,9		P9	26,6		
		P5	27,2		P10	23,3		
Prise de température 12 : 28/09/18	S12	P1	23,5	25,1	P6	22,9	23,1	24,1
		P2	25,6		P7	24		
		P3	27,4		P8	23,7		
		P4	22,6		P9	19,5		
		P5	26,5		P10	25,6		
Prise de température 12 : 19/10/18 R3 11/10/18	S15	P1	17,5	18,1	P6	18,3	19,2	18,6
		P2	17,1		P7	19		
		P3	18,6		P8	21,5		
		P4	17,6		P9	17,9		
		P5	19,5		P10	19,1		
Prise de température 12 : 26/10/18	S16	P1	16,8	15,6	P6	15,1	16,6	16,1
		P2	13,6		P7	16,5		
		P3	18,1		P8	19,6		
		P4	14,4		P9	15,9		
		P5	15,3		P10	15,7		
prise de température 14/11/18 R4 6/11/18	S19	P1	27,6	34,6	P6	30,8	36,1	35,4
		P2	32,9		P7	36,4		
		P3	39,8		P8	40		
		P4	33,4		P9	41,2		
		P5	39,2		P10	32,3		
prise de température 21/11/18	S20	P1	15,5	15,2	P6	20,6	19,8	17,5
		P2	13,2		P7	17		
		P3	19,7		P8	27,2		
		P4	14,9		P9	13,4		
		P5	12,6		P10	20,8		