

130 000 tonnes / an de **biodéchets** produits sur la Métropole de Lyon.
Des sols agricoles qui s'appauvrissent par manque de **matière organique**.
↳ Et si une gestion **écologique et sociale** de nos biodéchets
était la clef d'une agriculture **saine et équitable** ?

Eisenia présente en conférence de presse / débat le
PLAN B (2.0)
le mardi 18 février de 19h à 20h30
le croiseur
4 rue croix-barret Lyon 7eme (M place Jean Jaurès)

Le Plan B, c'est :

- une étude prospective visant à prouver la **viabilité** technique et économique de la **valorisation séparée des biodéchets**, notamment via la technique du **vermicompostage**
- un **document de travail** à l'attention des (futur-e-s) élu-e-s, technicien-ne-s mais aussi du grand public
- une solution innovante et logique à des **problématiques agricoles** (baisse de fertilité des sols) et **urbaines** (réductions des déchets)

association **Eisenia** y'a pas de déchets, juste de la matière que des gens ont sans savoir quoi en faire alors que d'autres la cherchent sans savoir où la trouver

LE PLAN B (version 2.0)

*document de travail collectif pour une valorisation
exemplaire des biodéchets sur la Métropole de Lyon*

Présentation le 18/02/2020 au Croiseur (lyon 7eme)



dito

Vous tenez donc dans vos mains une version 2.0 du plan B. Le plan B est un document de travail collectif, réalisé par l'ensemble de l'équipe (bénévole ou salariée) de notre association. Nous en avons écrit une première version en 2017 que nous avons depuis amendée, complétée et précisée, car nous avons entre temps progressé, tant sur le terrain que dans notre réflexion globale. Nous avons accompagné ce document de travail d'une saisine du Défenseur des droits, car nous avons alors le sentiment que la collectivité en charge de la collecte, du traitement (et de la réduction, oui) des déchets était foncièrement en retard sur le sujet de la valorisation des biodéchets et en non-conformité avec la loi. Au-delà d'une réponse tiède du Défenseur des droits, peu à l'aise sur cette thématique, nous ne saurons jamais l'impact que cette saisine a réellement eu. Cela a certainement contribué à nous écarter de toute possibilité de travailler sérieusement avec la Métropole de Lyon, ce qui n'a rien changé pour nous au vu de la situation déjà bloquée à ce moment-là. Mais il est possible que cette saisine ait fait partie d'un tout : des demandes citoyennes de plus en plus nombreuses aux actions de collectifs tels que Lyon Zéro Déchet qui ont contribué à secouer cette institution et à remettre en cause (très timidement) certaines de ses pratiques. Alors, oui, nous préférons toujours observer nos vers de terres que monter au créneau juridique, mais au fond, peu importe que l'on soit sur le terrain, dans le rôle du poil à gratter ou en train de travailler main dans la main avec les services, l'essentiel est que la cause avance, et vite. Car comme le disait si bien celui qui en a pourtant si peu fait quand il en avait le pouvoir, « la maison brûle et nous regardons ailleurs ». La maison brûle, tant de choses à mettre en œuvre qui nous semblent inatteignables, et pourtant, le thème des déchets est un levier important, tout y est à faire et ça se joue à l'échelle locale. Et nous autres lombriculteurs, nous avons l'énorme chance, aidés par des alliés minuscules, de savoir comment reconstituer des sols à partir de nos biodéchets. Alors, ### onsymettous ####.

Le plan B a été rédigé par / avec

Chloé verly, Simon Rohrlich, Bénédicte Geslin, Vincent Ducasse, Albane Fabre, Rebecca Billy, Pierre Ulrich, Thomas le Gall, Cyril Borron, Cédric Poinignon, Anouk Hiland, Benjamin Bouquet. Nous remercions Tout particulièrement Jacques Goulpeau et Zero Déchet Lyon pour ses précieux chiffres, Hugues Mouret et Athropologia, l'ensemble de la MEC et nos nombreux autres partenaires.

Table des matières

1	Présentation de l'association eisenia.....	3
2	Les biodéchets.....	4
	<i>2.1 Définition.....</i>	<i>4</i>
	<i>2.2 Les biodéchets des ménages.....</i>	<i>4</i>
	<i>2.3 Les biodéchets des gros producteurs.....</i>	<i>5</i>
3	Sols et matières organiques.....	5
	<i>3.1 La notion de qualité des sols.....</i>	<i>5</i>
	<i>3.2 Importance de la biodiversité des sols dans l'évaluation de la qualité des sols.....</i>	<i>6</i>
	<i>3.3 Importances de l'apport des matières organiques (MO) sur les sols agricoles.....</i>	<i>7</i>
4	Techniques de valorisation.....	7
	<i>4.1 Définitions : lombricompostage, compostage et méthanisation.....</i>	<i>7</i>
	<i>4.2 Différentes techniques, différents usages (le meilleur choix).....</i>	<i>10</i>
	<i>4.3 Le lombricompostage, une pratique maîtrisée par l'association Eisenia....</i>	<i>11</i>
5	Sur la Métropole de Lyon.....	12
	<i>5.1 Un démarrage poussif.....</i>	<i>12</i>
	<i>5.2 Des avancées en dents de scie.....</i>	<i>13</i>
	<i>5.3 2020 : point d'étape et perspectives.....</i>	<i>14</i>
6	Le Plan B.....	14
	<i>6.1 Avant toute chose, réduction du gaspillage alimentaire.....</i>	<i>15</i>
	<i>6.2 Biodéchets des particuliers.....</i>	<i>16</i>
	<i>6.3 biodéchets des marchés.....</i>	<i>19</i>
	<i>6.4 Biodéchets de restauration collective.....</i>	<i>22</i>
	<i>6.5 Ressources carbonées (déchets verts, résidus de cultures, cartons,...).....</i>	<i>23</i>
7	Organisation humaine.....	26

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail collectif et mis à disposition de toute personne souhaitant le consulter. Il est soumis à la propriété intellectuelle des auteurs. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document. D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Liens :

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4 / Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

eisenia.asso@gmail.com

I Présentation de l'association Eisenia

Eisenia est une association loi 1901 créée en 2013. Elle a pour but le portage et la mise en œuvre de projets reposant sur les principes du développement durable qui vise à concilier l'écologie, l'économique et le social. Ainsi, les projets de l'association couplent les intérêts humains et environnementaux. Les actions d'Eisenia s'articulent autour de trois pôles d'activités : l'économie circulaire, l'action sociale et le développement local. Elle utilise les outils de l'éducation populaire, de la concertation et de la formation à caractère social pour mener à bien ses projets.

L'association utilise comme technique principale le lombricompostage, un moyen de retraiter les déchets organiques inspiré par le fonctionnement du cycle de la matière en milieu naturel. Au-delà des intérêts (écologiques et économiques) de cette technique, c'est aussi une ouverture vers d'autres sujets liés (traitement des déchets, vie des sols, baisses des émissions de Gaz à Effets de Serre, agriculture et paysagisme écologique, accès à une nourriture de qualité,...) qui permet à l'association d'imaginer des projets aux multiples facettes. Elle peut, pour les mettre en œuvre, s'appuyer sur un réseau d'associations partenaires aux compétences variées.



Nous sommes jardinier-e-s, travailleur-se-s sociaux, environnementalistes, utopistes, micro-biologistes, juristes, lombriculteur-se-s, formateur-se-s, animateur-se-s, squatteur-se-s, éboueur-se-s, gratte-papiers, sans-papiers, tigré-e-s, zébré-e-s, épigé-e-s, insolent-e-s, doctorant-e-s, étudiant-e-s, consultant-e-s, curieux-ses, et de toutes les couleurs... Nous sommes Eisenia, donc.

Quelques chiffres :

- 60 lombricomposteurs « gros volume » (collectifs / autonomes en établissement / plein sol ou hors sol de 500 kg à 10 tonnes/an) installés depuis 2014
- 3 plateformes de lombricompostage agricoles
- travail auprès de 45 établissements scolaires
- des projets de quartiers (bricolage, réduction des déchets, appropriation de l'espace public, potagers) sur Meyzieu, Givors, Caluire ou Vaulx-en-Velin
- des projets sociaux en foyers d'accueil avec Le Mas, Alynea, Aralis
- 1 recyclerie de quartier
- des projets de valorisation d'ordinateurs (Linux et populus, en partenariat avec l'Atelier soudé) ou de canettes en métal (ALUcinant)
- environ 200 animations/an
- une thèse en cours de réalisation par Vincent Ducasse (« *Valorisation des biodéchets urbains par vermicompostage sur des sols conduits en AB : une pratique agroécologique pour préserver la biodiversité des sols ?* »)

2 Les biodéchets

2.1 Définition



La définition ¹ des biodéchets proposée par le CNIID (Centre National d'Information Indépendante sur les Déchets) est la suivante :

« Les déchets organiques ou biodéchets regroupent les déchets issus de ressources naturelles animales ou végétales. Dans les déchets ménagers, ils sont constitués surtout des déchets de cuisine (épluchures de légumes et autres restes alimentaires), des déchets verts du jardin (tailles de haie, tonte de gazon, feuilles mortes, ...) et des déchets en cellulose (essuie-tout, mouchoir en papier). Les papiers et cartons peuvent aussi être rangés dans cette catégorie. »

La loi française définit les biodéchets comme :

« tout déchet non dangereux biodégradable de jardin ou de parc, tout déchet non dangereux alimentaire ou de cuisine issu notamment des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que tout déchet comparable provenant des établissements de production ou de transformation de denrées alimentaires. »

Ainsi, les producteurs de biodéchets sont :

- les ménages,
- les restaurants et traiteurs,
- les cuisines collectives (cuisines centrales, cantines scolaires, restaurants d'entreprise,...),
- les marchés alimentaires,
- les épiceries, petites et grandes surfaces, et tout commerce vendant des denrées putrescibles (jardineries,...),
- les paysagistes et jardiniers professionnels,
- les paysans,
- les industries agroalimentaires.

2.2 Les biodéchets des ménages

Les ménages produisent environ 100 kg de biodéchets par an et par habitant, soit environ un tiers des 15 millions de tonnes d'ordures ménagères résiduelles (OMR) produites, les OMR étant les ordures des "poubelles grises", elles sont destinées pour la plupart à l'incinération.

A l'échelle de la métropole de Lyon, cela représente **environ 118 000 tonnes** de déchets organiques incinérés, pour un **coût annuel avoisinant 26 000 000 €ⁱⁱ**. La collecte et le traitement sont financés par la TEOM (Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères), taxe payée par les ménages pour le retraitement de leurs déchets.

2.3 Les biodéchets des gros producteurs

La loi Grenelle II oblige depuis 2012 les "gros producteurs" à trier à la source leurs biodéchets. Ces "gros producteurs" sont identifiés selon leur production annuelle de biodéchets. Le seuil, réduit progressivement depuis 2012, est **depuis 2016 de 10 tonnes de biodéchets par an**. En 2025, il sera de 0 tonnes, tout le monde devra avoir accès à une filière de retraitement de ses biodéchets.

Des solutions existent pour les paysagistes, les jardiniers, les paysans et l'agroalimentaire, qui sont historiquement et de par leurs activités de très gros producteurs de biodéchets, et ont donc développé depuis longtemps des filières de retraitement. Mais les autres gros producteurs (restauration commerciale, cuisines centrales, marchés alimentaires) se retrouvent depuis peu devant l'obligation légale de trouver une solution

de retraitement de leurs biodéchets (par compostage, lombricompostage ou méthanisation), rarement proposée par la collectivité.

Pour se faire une idée, 10 tonnes de biodéchets/an représentent pour un restaurant environ 286 repas par jour (pour une ouverture de 250 jours/an) ; un marché alimentaire produisant 200 kg de biodéchets par semaine est également au-delà de ce seuil. Les marchés alimentaires de la Métropole tombent donc eux quasiment tous sous le coup de l'obligation de tri séparé depuis le 1er janvier 2016.



3 Sols et matières organiques

3.1 La notion de qualité des sols

Au cours du XX^{ème} siècle, le sol a plus été considéré comme un support de productivité à travers l'étude des paramètres physico-chimiques (agronomie, foresterie, urbanisme, régulation de l'eau et des polluants) malgré la définition avant-gardiste de la Charte européenne sur les sols (1972) qui le définissait avec une approche multifonctionnelle : « *le sol (est) comme un milieu vivant et dynamique qui permet l'existence de la vie végétale et animale. Il est essentiel à la vie de l'homme en tant que source de nourriture et de matières premières. Il est un élément*

fondamental de la biosphère et contribue, avec la végétation et le climat, à régler le cycle hydrologique et à influencer la qualité des eaux »ⁱⁱⁱ. C'est seulement après le Sommet de la Terre à Rio en 1992, lorsque la biodiversité a été classée comme un des enjeux prioritaires du développement durable, que la qualité biologique des sols (liée à sa biodiversité) a été reconnue essentielle dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres^{iv}.

Depuis, la définition d'un sol et de sa notion de qualité a été le centre de débats entre de nombreux experts mais la plupart s'accordent à le définir comme un « *compartiment essentiel de l'écosystème, portant et contrôlant de nombreux processus écologiques par ses caractères physiques, chimiques et biologiques, à court et à long terme* »^v. Le sol est désormais évalué comme l'un des trois piliers de la qualité de l'environnement aux côtés de l'eau et de l'air, et de plus en plus de publications tentent d'évaluer les services écosystémiques associés à son bon fonctionnement.

Actuellement, la notion de qualité des sols intègre les paramètres bio-physico-chimiques et peut-être définie comme « *l'aptitude d'un sol à fonctionner au sein et dans les limites des écosystèmes naturels ou aménagés, afin de maintenir la productivité végétale et animale, maintenir ou améliorer la qualité de l'eau et de l'air, et soutenir la santé humaine et les besoins d'habitation.* »^{vi}

3.2 Importance de la biodiversité des sols dans l'évaluation de la qualité des sols

La biodiversité des sols est composée de l'ensemble des organismes qui effectuent au moins un stade actif de leur cycle biologique dans le sol (bactéries, champignons et invertébrés)^{vii}. La **biodiversité des sols** est généralement classée en **5 groupes de tailles différentes** :

- microorganismes ou microflore (< 0,2 mm) : bactéries, champignons, protozoaires,...
- microfaune (< 0,2 mm) : nématodes, rotifères, tardigrades,...
- mésofaune (entre 0.2 mm et 4 mm) : collemboles, acariens, enchytréides, ...
- macrofaune (entre 4 et 80 mm) : lombriciens, coléoptères, arachnides, isopodes,...
- mégafaune (> 80 mm) : micromammifères, reptiles, amphibiens,...

Elle représente à elle seule 23% des organismes vivants et assure de nombreux services pour les écosystèmes en participant activement à la régulation des processus physico-chimiques des sols^{viii}. Les composantes biologiques sont mesurables de manière quantitative et qualitative et peuvent être utilisées comme outils de diagnostic de la qualité des sols (en plus des caractères physico-chimiques classiques).

3.3 Importances de l'apport des matières organiques (MO) sur les sols agricoles

Les matières organiques jouent un triple rôle dans les sols : rôle énergétique (nourrir les êtres vivants du sol), rôle nutritionnel vis à vis des végétaux, rôle physique vis à vis du comportement des sols.

Le taux de MO dans les sols agricoles français est en fort déclin depuis les années 70 et 80 à cause des pratiques intensives de travail du sol et de l'augmentation de la part de productions exportées hors de la parcelle agricole (pas de retour au sol de MO).^{ix} Bien que le travail intensif du sol soit en de plus en plus rare, l'exportation de matières hors de l'agrosystème va potentiellement augmenter et il serait dans ce cas utile de mettre en place une politique de gestion des MO sans les sols^x. Roussel et al, ¹(2001) que pour redresser de 10% le stock de MO des sols agricoles français il faudrait près de 3,7 à 5,5 millions de tonnes de matières organiques humifiées sur 10 ans d'apports.

Pour restaurer les taux de MO dans les sols, une des techniques les plus efficaces consiste à apporter des amendements organiques qui sont des produits issus d'origines végétales ou animales. Les amendements organiques peuvent provenir directement du milieu agricole (source endogène) ou également d'autres types de milieux comme les villes (source exogène). Cependant, la quantité d'amendement de type endogène n'étant pas suffisante dans les exploitations agricoles pour restaurer le taux de MO des sols, il est donc nécessaire de s'orienter vers des matières exogènes telles que les biodéchets urbains. Ces matières organiques représentent actuellement le gisement le plus important avec un potentiel apport d'environ 1 million de tonnes de MO sur les sols agricoles^{xi}.

Cependant la qualité de ces composts est actuellement très variable malgré un très bon potentiel pour les cultures et il est nécessaire de développer des procédés (tri sélectif à la source des biodéchets, valorisation contrôlée des matières,..) pour obtenir un produit stable.

4 Techniques de valorisation

4.1 Définitions : lombricompostage, compostage et méthanisation

a. Le compostage



Le compostage est un processus contrôlé de dégradation des constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession de communautés microbiennes évoluant en condition aérobie (en présence d'oxygène) entraînant une montée en température, et conduisant à l'élaboration d'une

matière organique humifiée et stabilisée : le compost. Cette technique est divisée en 4 phases :

- Mésophile (premiers jours) : développement d'une forte activité microbienne (bactéries et champignons) générant une montée rapide de la température au cœur du compost.
- Thermophile (température atteinte jusqu'à 70/75°C) : développement des micro-organismes thermorésistants (bactéries) qui survivent à ces hautes températures. Le compost s'assèche par évaporation d'eau et une partie de la MO est perdue en CO₂ (respiration des bactéries).
- Refroidissement : la diminution de la quantité de MO facilement dégradable provoque un ralentissement de l'activité microbienne et donc de la chaleur générée par celle-ci. Cette phase peut être rapide ou lente en fonction des conditions climatiques et/ou du dimensionnement de l'andain de compostage. Pendant le refroidissement, des micro-organismes mésophiles colonisent à nouveau le compost.
- Maturation : processus d'humification et dégradation lente des composés résistants (colonisation du compost par la macrofaune). Cette phase de maturation dure jusqu'à l'utilisation du compost.

Cette technique est assez facile à mettre en œuvre. Largement répandue, elle peut être utilisée aussi bien à l'échelle individuelle (composteur de jardin), collective ou industrielle. L'avantage de cette technique est que l'on peut, sous réserve de maîtrise, composter quasi toutes les matières organiques, y compris les déchets gras ou carnés. Elle permet aussi, grâce à une augmentation de la température jusqu'à au moins 55°C, d'éliminer les pathogènes potentiellement présents dans la MO. Le principal défaut réside dans le fait que lors de la phase thermophile, des **émissions de gaz à effet de serre** (CO₂ principalement) sont produites^{xii}. De plus, pour amener l'oxygène nécessaire au processus, il faut brasser le tas, manuellement ou mécaniquement, sur les gros volumes. Enfin, à l'échelle industrielle, ce procédé demande soit un investissement lourd (composteur électromécanique), soit de bétonner le sol pour que les jus ne soient pas une source de pollution des sols et des nappes phréatiques.

b. Le vermicompostage (ou lombricompostage)



Le vermicompostage, tout comme le compostage est un processus contrôlé de décomposition de la matière organique qui a pour objectif final de produire un amendement permettant d'augmenter la fertilité du sol^{xiii}. La différence majeure avec le compostage est l'apport de vers de terre en amont du processus de décomposition pour aider et accélérer le processus de stabilisation des déchets (*Lim et al., 2016*). Les vers de terre utilisés sont généralement des épigés (qui vivent naturellement dans la litière) car ils se reproduisent vite et consomment une grande quantité de matière organique.

Le vermicompostage est à l'origine une technique agricole qui fonctionne en plusieurs phases :

- Une phase de "lombriculture" où l'on va surtout chercher à augmenter la population des vers en contrôlant et en augmentant progressivement la quantité de matière organique disposée par-dessus un andain concentré en litière (milieu de vie des vers).
- Une phase de lombricompostage, lorsque la quantité de vers est suffisante ; le but est alors de traiter la matière organique, apportée au fur et à mesure, qui sera transformée en humus par l'action des vers et des autres organismes vivants décrits au paragraphe 3.2.
- Une phase de migration des vers : attirés par la nourriture que l'on placera dans un nouvel andain, les vers vont peu à peu quitter l'andain initial quand il n'y aura plus rien à y manger pour eux. Le lombriculteur peut alors procéder à la récolte du lombricompost mur.

La technique du **vermicompostage** émet **peu de GES** par rapport aux autres techniques de valorisation grâce à son processus à température ambiante^{xiv} et nécessite peu de mécanisation (retourneur d'andain) car ce sont les vers qui brassent la matière organique en s'alimentant. De plus, il a été montré que les vers de terre, dont l'espèce *Eisenia fetida* (utilisée dans cette étude pour le processus de vermicompostage), effectuent un **brassage important des biodéchets** mais peuvent aussi absorber et bioaccumuler certains ETM (éléments traces métalliques), absorber et biotransformer les pesticides et ingérer et **assimiler des pathogènes**, ce qui concourt à une action de dépollution des sols^{xv}. De plus, le procédé de vermicompostage, malgré son processus sans montée en température, permet d'hygiéniser le vermicompost des agents pathogènes en environ 3 mois.

Quelques études (Atiyeh et al., 2000; Doan et al., 2015; Jouquet et al., 2011; Lim et al., 2016; Ngo et al., 2011) ont montré que cet amendement est le plus efficace en ce qui concerne la croissance des plantes, mais également qu'il favorise l'aération du sol et le développement de bactéries profitables aux végétaux. Il peut réduire les maladies des plantes et l'attaque de ravageurs. Cependant, les connaissances sur ce processus restent lacunaires et nécessitent un effort de recherche supplémentaire, notamment sur son application en agriculture. En effet, l'utilisation de vermicompost sur des sols en AB (agriculture biologique) pourrait donc à la fois concilier les enjeux environnementaux et agronomiques en augmentant la production agricole.

Au chapitre des limites, cette technique ne peut, en l'état, traiter les matières carnées, laitières ou trop grasses (plats en sauces, huiles). Par ailleurs, la méconnaissance générale de cette technique est certainement son pire ennemi : manque de gens formés, image très limitative des lombricomposteurs individuels en plastique. Le lombricompostage est bien souvent présenté, y compris par les professionnels du compostage ou les collectivités, comme un processus hors-sol uniquement réservé à la pratique du compostage individuel en intérieur.

c .La méthanisation



La méthanisation, également appelée digestion anaérobie, est un processus biochimique de transformation de la matière organique par anaérobiose grâce à une communauté microbienne

complexe.^{xvi} Les produits résultants de cette transformation sont un biogaz composé essentiellement de CH₄ et de CO₂

et en un résidu solide et liquide, le digestat. Cette technique est divisée en 4 phases :

- Hydrolyse : dégradation des macromolécules en monomères (ex : glucose) grâce à l'action de micro-organismes fermentaires qui sécrètent des exo-enzymes et permettent de rendre la MO disponible.
- Acidogénèse : dégradation des monomères à l'intérieur des cellules des micro-organismes fermentaires (flore acidogène) en acides organiques, composés neutres (alcools), d'hydrogène et de dioxyde de carbone.
- Acétonogénèse : oxydation des acides organiques par des bactéries acétogènes hétérofermentaires en acides acétiques, du dihydrogène et du dioxyde de carbone (substrats pour la formation du méthane).
- Métanogénèse : double conversion généralement réalisée par des archées acétoclastiques qui transforment l'acétate en méthane et dioxyde de carbone (70% de la production de méthane) et par des bactéries hydrogénotrophes qui permettent la production de méthane par leur consommation de dioxyde de carbone et de dihydrogène (30% de la production de méthane).

Le processus de méthanisation permet la création de 3 produits (si séparation de phase du digestat) dont la quantité varie en fonction du pouvoir méthanogène de la MO utilisée :

- Le biogaz (quantité intermédiaire de produit fini) essentiellement composé de CH₄ (55 à 65%) et de CO₂ (35 à 45%): valorisé en production de chaleur, d'électricité, de biocarburant ou injecté dans les réseaux de gaz.
- Le digestat solide (plus petite quantité de produit fini).
- Le digestat liquide (majorité de la production).

L'intérêt de cette technique est bien entendu la production d'énergie. Actuellement la méthanisation est en plein développement en France dans le cadre de la transition écologique (production d'électricité verte) mais de plus en plus d'interrogations se posent sur l'effet des digestats sur les sols. En effet, les digestats liquides qui représentent la majorité des produits issus de la méthanisation sont essentiellement composés d'azote ammoniacal et sont très volatiles et lixiviables, ce qui peut entraîner de nombreuses pollutions : émission de N₂O (GES très puissant), pollution des nappes phréatiques ou encore impact négatif sur la biodiversité des sols et les abeilles. (articles ConsoGlobe, 2019 ; Reporterre, 2019, publication (CSNM, 2019).) Nous devons être vigilants à ce que ce mode de traitement, tout tentant qu'il paraisse pour la production de gaz qu'il engendre, soit utilisé avec parcimonie et intelligence.

4.2 Différentes techniques, différents usages (le meilleur choix)

Ainsi, le choix de la méthode de traitement n'est pas anodin et aura des impacts écologiques. **Nous aurons bien évidemment tendance à privilégier le traitement le plus "doux" et le plus proche du fonctionnement d'un sol vivant qui soit, à savoir le lombricompostage, quand cela est possible.** Nous préconisons cette technique dans le cas du traitement sur place des biodéchets issus des

particuliers ou de petites structures. Nous choisissons également cette technique pour traiter des gros volumes de biodéchets facilement lombricompostables : biodéchets des marchés, déchets de préparation en cuisine collective / restauration, résidus de cultures agricoles, fumiers.

Concernant les **biodéchets et déchets verts des particuliers** habitant en maison individuelle, la **distribution de composteurs** et l'incitation à utiliser les déchets verts sur place (paillage, mulch) semblent plus simples à mettre en œuvre. Et ce d'autant plus que, bien souvent, sur des petits volumes, la montée en température ne se produit pas et le processus, en pleine terre s'apparentera à du "compostage à froid". Dans ce cas, comme en lombricompostage, la faune du sol redevient le principal acteur de la dégradation de la matière, réduisant les émissions de CO₂. Le compostage collectif, moins performant que le lombricompostage, peut également continuer à être mis en place par des acteurs ne maîtrisant pas (encore) la technique du vermicompostage, afin de ne pas freiner l'essor encore timide du compostage de proximité sur la métropole.

Enfin, dans le cas où une forte proportion de biodéchets carnés, laitiers ou gras est à traiter (retours d'assiettes, fast-foods, cantines livrées), on peut se poser la question de la valorisation par méthanisation, compostage thermique ou par un couple "précompostage/lombricompostage".

Objectif recherché	Solutions à privilégier
<ul style="list-style-type: none"> Collecter de la matière pour produire de l'énergie dans le cadre d'une méthanisation 	<ul style="list-style-type: none"> Développer au maximum la collecte au porte à porte qui permet d'atteindre les meilleures performances
<ul style="list-style-type: none"> Répondre juste à l'objectif réglementaire de la loi de Transition Énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Développer le compostage domestique ou de proximité dès lors qu'il existe des surfaces d'espaces verts proches Pour le reste, mettre à disposition une collecte des biodéchets par apport volontaire, tel que celle du verre
<ul style="list-style-type: none"> Privilégier la gestion locale de proximité pour un retour au sol direct sur les sites 	<ul style="list-style-type: none"> Développer le compostage domestique ou de proximité, avec dans les espaces urbains denses, une densité de sites limitée aux espaces verts disponibles

La notion de choix peut être liée à des objectifs comme dans le cas de l'étude inddigo menée sur la Métropole en 2017 (ou le lombricompostage est absent, au passage)

4.3 Le lombricompostage, une pratique maîtrisée par l'association Eisenia

Travaillant depuis 10 ans sur cette technique, nous en maîtrisons un grand nombre d'aspects qui nous ont permis d'élaborer ce plan B. Ainsi, chacune des thématiques abordées a déjà été éprouvée à différentes échelles :

Nous avons ainsi testé :

- du lombricompostage sur plateforme agricole à la ferme au GAEC du Mûrier,
- du lombricompostage sur une petite plateforme urbaine (CFPH d'Ecully),

- des pesées, collectes et valorisations de biodéchets du marché (Rillieux-la-Pape, Givors, Lyon 1^{er}),
- des pesées, collectes et valorisation de **biodéchets de restaurateurs** (en accompagnement de Terrestris),
- des **lombricomposteurs collectifs** de quartier, fermés ou ouverts, en quartier dense de centre-ville (Lyon 1^{er}, Lyon 5^{ème}), en cité HLM (Vaulx-en-Velin, Lyon 8^{ème}, Givors, Rillieux-la-Pape,...),
- des **lombricomposteurs en copropriété** (en espaces verts, en cave, en cour,...),
- des **lombricomposteurs en établissement** (restaurants, traiteurs, écoles, collèges, lycées, université, structures d'insertion, jardins partagés),
- un **composteur rotatif** pour pré-composter les produits carnés,
- des **lombricomposteurs individuels** en bois, plastique ou seaux recyclés.

Nous avons pu explorer les **dimension sociales, pédagogiques et économiques**, en mesurer les impacts au sein d'un quartier ou d'un établissement. **Nous fabriquons** et améliorons en continu **nos modèles** de lombricomposteurs. Nous les avons rendus **faciles à construire** et **durables**, nous avons cherché des fournisseurs locaux pour le bois. Nous avons créé des supports pour les utilisateurs ou pour les référents, monté et testé des modules de **formations professionnelles**, nous avons formé des agriculteurs, des restaurateurs, des animateurs, des salariés en insertion. Un pas est en train d'être franchi également avec le démarrage de travaux de recherche en vue d'une thèse sur le sujet par Vincent Ducasse. Celle-ci nous permettra d'optimiser nos process et l'utilisation du lombricompost en agriculture biologique.

En bref, nous voilà armés pour transmettre notre savoir et essaimer notre modèle.



5 Sur la Métropole de Lyon

5.1 Un démarrage poussif

Nous l'avons donc évoqué, depuis 2012 et la loi dite *Grenelle 2*, le tri à la source des biodéchets est obligatoire pour les gros producteurs (supermarchés, marchés municipaux, sites de restauration collective,...). Le but de cette loi est de valoriser organiquement ces déchets, véritables ressources, notamment par un retour au sol après un traitement en compostage. L'arrêté ministériel prévoyait une mise en œuvre progressive de l'obligation du tri, par seuils dont le dernier, atteint au 1er janvier 2016, est de 10 tonnes : tout producteur produisant plus de 10 tonnes de biodéchets par an se trouve à présent dans l'obligation de trier ses biodéchets et de les gérer séparément. **Ainsi, la plupart des marchés alimentaires sur la métropole sont donc sous le coup de cette obligation de valorisation à part des biodéchets. Or, aucun marché ne profite à l'heure actuelle d'une collecte séparée. La Métropole est donc hors-la-loi depuis maintenant 4 ans, et une réflexion sur le sujet aurait dû être engagée dès 2012.**

En 2025 (voire fin 2023 suivant le Parlement européen), cette loi se généralise à tous les producteurs de biodéchets (le seuil est abaissé à 0 tonnes). Ainsi, **chaque citoyen devra avoir à disposition une solution de pratique de tri à la source de ses biodéchets.**

Jusqu'à très récemment, la question des biodéchets semblait totalement ignorée par notre collectivité. Des "expérimentations" à très faible échelle ont été menées jusqu'en 2016, notamment avec l'association pionnière des Compostiers, aujourd'hui dissoute. Un marché public a pris le relais en 2016, poussant un peu plus loin l'expérimentation en offrant la possibilité à quelques écoles et collectifs citoyens très motivés et patients à voir leurs demandes d'installations de composteurs collectifs aboutir. Le tout est resté jusqu'ici anecdotique au regard de l'enjeu (environnemental et agricole) et des demandes citoyennes toujours plus nombreuses. L'incinération semblait donc avoir de beaux jours devant elle et de sacrés partisans au sein du service propreté de la Métropole.

Par ailleurs, sur notre territoire comme ailleurs, la gestion des déchets est opaque comme une fumée d'incinérateur. C'est à ce titre que les taux de la taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM) votés par la Métropole sont jugés abusifs et régulièrement annulés par le Tribunal administratif de Lyon^{xvii}.

5.2 Des avancées en dents de scie

En 2017, la Métropole est labellisée **Territoire Zéro Déchet Zéro Gaspi** (TZDZG). En 2019, un **nouveau PLPDMA** (programme Local de Prévention des Déchets Ménagers et Assimilés) est adopté pour la période 2019/2024 ouvrant des pistes de réflexions et d'actions, et le **marché compostage** est relancé pour la période 2020/24 à travers un appel d'offre comportant 3 lots distincts (compostage collectif de proximité / compostage en établissement scolaire / compostage individuel). Enfin, un

autre appel d'offre de plusieurs lots est lancé sur le gaspillage (alimentaire ou non).

Nous remarquons donc une prise de conscience sur le sujet et une hausse de l'intérêt de la Métropole sur le sujet, certainement en lien avec l'intérêt grandissant des citoyens pour cette thématique. **Nous apprécions** aussi le fait que pour le moment, **le choix du compostage de proximité** (et non de la collecte en porte à porte) soit affiché.

Cependant, de nombreux points sont très largement insuffisants :

* Malgré une hausse notable, **budgets liés à la prévention et à la réduction infimes** au regard de ce que coûte la gestion des déchets à la collectivité.

* **Objectifs affichés via le PLPDMA très faibles** au regard de l'enjeu et de l'échéance législative de 2025 (voire 2023) : dans le meilleur des scénarios envisagés (qui ne semble très bien engagé), il y aurait 13 000 composteurs individuels et 770 composteurs collectifs installés en 2024, soit la possibilité offerte à 7 % des habitants de valoriser leurs biodéchets et une valorisation de 4 % des biodéchets des ménages par ce biais.

* **Procédure pour monter un composteur collectif longue** et laborieuse, souvent décourageante pour le citoyen.

* **Accompagnement des citoyens qui prennent en charge un composteur collectif uniquement sur 9 mois.** Les déchets organiques, à la différence des autres déchets, sont donc perçus comme **devant être gérés bénévolement par des citoyens.**

* **Pas de prise en compte du vermicompostage** dans les solutions possibles et finançable pour les habitants.

* **Pas de prise en compte du potentiel bénéfice agricole** des biodéchets urbains.

* **A travers le système des appels d'offres, choix d'acteurs limité** et éventuellement **hors-sol**, pas représentatifs du riche écosystème local.

Et, concernant notre association Eisenia :

* **Ignorance jusqu'ici des nombreux projets d'envergure** initiés par notre association, y compris du plan B (écrit une première fois en 2017, présenté une seconde fois en 2018). Seules des actions limitées d'animation nous sont financées, via le PEDD.

* **Sentiment d'être "écartée" des marchés** (depuis 2016, réponse de notre part à 6 appels d'offres sur le compostage et 2 appels à manifestation d'intérêt sur l'économie circulaire, aucune réponse positive...)

5.3 2020 : point d'étape et perspectives

2020 : un appel d'offre de 3 lots (compostage collectif, en établissement scolaire et individuel) sur le compostage commence tout juste, avec les mêmes acteurs et les mêmes défauts qu'auparavant. **Sur le papier, nous serions donc condamnés à rester à la porte quatre années de plus** et

les Lyonnais à remplir des dossiers longs comme le bras pour avoir la possibilité de composter... Et pourtant, au cours d'un débat pré-électoral sur le thème des déchets organisé par Zéro Déchet Lyon le 18 Janvier dernier, nous avons entendu quasiment tous les candidats à la Métropole ou leurs représentants annoncer la **réduction des déchets comme une priorité** : une grande partie souhaitant baisser d'une façon ou d'une autre la part d'incinération, et quasi tous ayant cité le compostage comme l'une des priorités sur la thématique ; certains ont même pointé du doigt le manque de soutien aux acteurs locaux engagés...^{xviii} Rien n'est donc perdu, rentrons dans le vif du sujet et étudions la possibilité de (lombri)composter à grande échelle !

6 Le Plan B

Écrit une première fois en 2017, puis amendé et complété depuis, **le Plan B se veut être une projection de valorisation des biodéchets de la Métropole la plus efficace possible en termes de bilan carbone et d'empreinte écologique.** Bien que militante, cette projection n'en est pas moins sérieuse et basée à la fois sur des **chiffres réels et sur notre expérience de terrain**, multipliable à grande échelle. L'impact positif en termes environnemental, social et économique a été particulièrement pris en compte même si nous sommes bien conscients que l'étude peut être complétée par d'autres données et des apports en sciences sociales.

Nous nous sommes donc intéressés aux biodéchets de 3 types de producteurs : **les particuliers, les marchés et les restaurateurs**, et proposons des solutions de collecte et de valorisation différentes en fonction des flux, en privilégiant autant que possible le traitement sur place. Nous y avons ajouté des données sur le **gaspillage alimentaire** et des pistes de travail sur sa réduction. Enfin, nous avons compté les **déchets verts** issus des déchetteries, qui peuvent participer aux mélanges carbone / azote nécessaires au bon fonctionnement du compostage, du vermicompostage et de la méthanisation.

Pour rappel, les méthodes de valorisation identifiées sont les suivantes :

- **Installation de lombricomposteurs collectifs intérieurs et extérieurs pour la valorisation des biodéchets des particuliers,**
- **Distribution de composteurs ou lombricomposteurs individuels, aux particuliers résidant en maisons,**
- **Collecte double flux** (préparation d'un côté, retour d'assiette de l'autre) avec des véhicules utilitaires ou des vélos-cargos pour les biodéchets des **gros producteurs** (cantines, cuisines centrales, marchés, restaurateurs,...) dans le but de les valoriser sur des

plateformes de lombricompostages agricoles de proximité ou dans des méthaniseurs pour la partie "retour d'assiette".

6.1 Avant toute chose, réduction du gaspillage alimentaire

Nous allons décrire dans les paragraphes suivants comment valoriser au mieux les biodéchets, en fonction du gisement. Il est fondamental de s'attaquer avant tout au problème du gaspillage alimentaire. Le fait de valoriser correctement les biodéchets ne doit surtout pas être le prétexte pour jeter en toute bonne conscience de la nourriture encore consommable. De nombreuses données sont disponibles à ce sujet sur le site de l'ADEME. Nous pouvons retenir comme chiffres que **10 millions de tonnes de nourriture sont jetés chaque année** en France. Quant aux ménages, **chaque français jette 20 à 30 kg** de denrées consommables par an (dont 7 kg encore emballé)^{xix}. Les chiffres explosent particulièrement dans la restauration collective. Nos écoles, EPHAD et hôpitaux jettent des quantités impressionnantes de nourriture, réparties de la manière suivante :

Gaspillage alimentaire en restauration collective

Restes de préparation, distribution et plateaux

Gaspillage alimentaire en restauration collective	Moyenne ADEME en g/personne/repas
École élémentaire	120
Collège	115
Lycée	100
Hôpital	175
EHPAD	155
Entreprise	75

Ces chiffres sont issus des différentes études ADEME réalisées entre 2015 et 2017. Il s'agit d'ordre de grandeur. Ces données seront prochainement consolidées grâce aux retours des études en cours.

À Lyon, le collectif de parents d'élèves de l'école Joseph Cornier (Lyon 4) a pesé pendant une semaine les biodéchets produits par le restaurant scolaire des primaires et maternelles. **Ils estiment ainsi que, sur une année, l'école jette 16,1 tonnes de biodéchets**, dont 1,5 tonnes de denrées encore consommables (fruits, produits laitiers, barquettes de repas à demi consommées, etc.). Cette école tomberait ainsi sous le coup de la loi *Grenelle II* concernant les gros producteurs de biodéchets (+ de 10 tonnes /an). Les écoles de Lyon sont particulièrement productrice de biodéchets, notamment car le choix a été fait de privilégier la rentabilité. Les repas sont préparés en cuisine centrale, 24 600 repas partent tous les jours de Rillieux-la-Pape en petites barquettes plastiques. Il y a dès lors beaucoup moins de réactivité, beaucoup plus de plastique, des portions taille unique pour tous et, il faut l'avouer, beaucoup de plats en sauces boudés par les enfants. Environ 1/3 (!!!) de la nourriture finirait ainsi à la poubelle, selon ce même collectif de parents.

Pourtant, des solutions existent, à la fois liées à la prévention mais aussi à des changements structurels, sur tous les maillons de la chaîne : (production, transformation, distribution, consommation).

A titre d'exemple, nous avons visité la **cantine des Noyeraies (Dardilly)** : les repas sont préparés sur place, distribués sur des pôles (et non sur une ligne de self) et les enfants sont sensibilisés. **La perte par enfant tombe à 25g/repas**, 5 fois moins que la moyenne nationale et 8 fois moins qu'à l'école Cornier (sur les pesées réalisées pendant la semaine de test).

6.2 Biodéchets des particuliers

Grâce à des études géomatiques (croisement de données sur les déchets avec des données géographiques et démographiques) et à une prospection de terrain, Eisenia a défini des emplacements de lombricomposteurs collectifs intérieurs et extérieurs qui pourront être utilisés par les habitants.

Nous nous sommes particulièrement intéressés aux 1^{er} et 4^{ème} arrondissements ainsi qu'à la ville de Meyzieu, mais ce travail pourrait être mené sur toute autre commune ou quartier. Ces données pourraient être affinées en connaissant le taux d'habitat individuel et la typologie exacte des immeubles.

Le 1er arrondissement de Lyon étant la zone la plus dense d'Europe, ce qui est possible en zone urbaine sur ce territoire doit pouvoir essaimer nationalement. **Le 4^{ème} arrondissement**, toujours dense, est néanmoins un peu plus aéré, il y est donc possible d'installer plus de lombricomposteurs en plein sol, en quartier ou dans des copropriétés. Enfin, la ville de **Meyzieu** est beaucoup plus étendue, et, mis à part en centre-ville, il n'y aurait aucune difficulté à trouver des espaces pour installer des (vermi)composteurs.

<u>Méthodologie de calcul</u>
➤ Un lombricomposteur collectif extérieur optimisé (plein sol) valorise en moyenne 8 tonnes de biodéchets par an.
➤ Un lombricomposteur collectif intérieur (cave, local poubelle) valorise en moyenne 1,5 tonnes de biodéchets par an.
➤ Les dépenses d'investissements correspondant à la fabrication/installation des lombricomposteurs sur 7 ans.
➤ La fabrication, l'installation et le matériel de réparation (sur 7 ans) d'un lombricomposteur d'une capacité de 8 tonnes/an coûte 3000 € et 1300€ pour un lombricomposteur intérieur de 1,5 tonnes.
➤ Nous considérons qu'un habitant produit 60 kg/an de biodéchets lombricompostables : cela correspond aux 100 kg/an/hab. défini par l'ADEME auxquels on soustrait les produits carnés, les produits non déballés, les plats en sauces et où on considère une diminution due à la formation des habitants au tri et au gaspillage alimentaire. Ce chiffre est également une

moyenne entre les déchets évitables par compostage proposés par la Métropole (51,6 kg/hab/an) ou par l'ADEME (74,9 kg/hab/an).

➤ Le travail nécessaire pour le suivi est compté en équivalent temps plein (ETP) et coûte 3000€ par mois à l'employeur, prenant en compte ses frais de déplacement. Un ETP peut suivre 80 lombricomposteurs en milieu urbain dense, et 60 lombricomposteurs en milieu urbain étalé. Si les lombricomposteurs sont en partie suivis par des bénévoles (copropriétaires), un ETP sera suffisant pour gérer 160 lombricomposteurs. L'animation (contact avec le public, prévention, formation, organisation d'événements) nécessite l'embauche d'un ETP pour 15 000 habitants. Un coordinateur général sera nécessaire pour 30 000 à 40 000 habitants (suivant les configurations). Un chauffeur et son utilitaire (pour collecter le lombricompost mûr 2 fois par an) est nécessaire pour 450 sites. Il coûtera lui à l'employeur 3500€ / mois.

➤ Le financement collectivités est indexé sur le prix de traitement (collecte + incinération) à la tonne des ordures ménagères résiduelles, soit 220€/tonne selon le dernier rapport annuel de la propreté.

➤ Le prix pour la vente de lombricompost correspond au prix du marché (260€ TTC/tonne).

1^{er} arrondissement de Lyon

Les **29 310 habitants** du 1^{er} arrondissement produisent **1 759 tonnes/an** de biodéchets lombricompostables. Cette quantité peut être retraitée par **150 lombricomposteurs collectifs extérieurs** et **373 lombricomposteurs collectifs intérieurs**. 5 ETP s'occuperont du suivi, 3 ETP seront nécessaires pour la coordination et l'animation et 1,2 ETP s'occupera de la récolte et du transport de lombricompost.

Lyon 1ER	Depenses	recettes
Fabrication/installation des lombricomposteurs	133 557€	
Salaires suivi lombricomposteurs (5 ETP)	180 000€	
Salaires coordination logistique et animation (3 ETP)	108 000€	
Salaire chauffeur récoltes (1,2 ETP)	50 400€	
Frais stock, norme, vente	21 000€	
Financement collectivité		386 980 €
Vente de lombricompost		91 468€
TOTAL par AN	492 957€	478 448 €

4^{ème} arrondissement de Lyon

Les **36 336 habitants** du 4^{ème} arrondissement produisent **2180 tonnes/an** de biodéchets. Cette quantité peut être retraitée par 220 lombricomposteurs collectifs extérieurs et 280 lombricomposteurs collectifs intérieurs suivis par 5,5 ETP, coordonnés et animés par 3,3 ETP avec 1,1 ETP pour le chauffeur/récolteur.

Lyon 4EME	Depenses	recettes
Fabrication/installation des lombricomposteurs	146 285€	
Salaires suivi lombricomposteurs (5.5 ETP)	198 000€	
Salaires coordination logistique et animation (3.3 ETP)	118 800€	
Salaire chauffeur récoltes (1,1 ETP)	46 200€	
Frais stock et norme	26 160€	
Financement collectivité		479 600 €
Vente de lombricompost		113 360 €
TOTAL par AN	535 445€	592 960 €

La ville de Meyzieu

Elle compte **28 019 habitants** qui produisent **1681 tonnes/an** de biodéchets. Cette quantité peut être retraitée par 210 lombricomposteurs extérieurs suivis par 3 ETP, coordonnés/animés par 3 autres ETP et le travail de chauffeur représente 0,5 ETP (chiffres à revoir à la baisse dans les zones rurales où les habitants possèdent des jardins et peuvent composter de façon autonome chez eux).

Lyon 4EME	Depenses	recettes
Fabrication/installation des lombricomposteurs	90 000€	
Salaires suivi lombricomposteurs (3 ETP)	108 000€	

Salaires coordination logistique et animation (3 ETP)	108 000€	
Salaire chauffeur récoltes (0,5 ETP)	19 800€	
Frais stock et norme	21 000 €	
Financement collectivité		369 820 €
Vente de lombricompost		87 360 €
TOTAL par AN	346 800€	457 180 €

En analysant ces budgets prévisionnels, on s'aperçoit que, si le modèle est très légèrement déficitaire par rapport au budget actuel sur l'ultra-centre (Presqu'île, Pentes de la Croix-Rousse, Saint-Jean et 6^{ème}), dès que l'on va vers des quartiers moins denses, la balance change de côté pour arriver à de larges bénéfices (ou une baisse de la TEOM) sur les communes plus éloignées.

Nous pouvons réaliser une estimation du nombre d'emplois nécessaires pour valoriser les OMR (Ordures Ménagères Résiduelles) dans le système actuel : en reprenant les chiffres publiés dans le rapport annuel 2015 de la propreté de la Métropole, nous estimons qu'environ 510 personnes sont dédiées à la collecte et à l'incinération de 302 000 tonnes de déchets (OMR). Un salarié ETP est nécessaire pour collecter et incinérer 592 tonnes de déchets. En lombricompostage, sur un territoire comme Meyzieu, il faut 6,5 ETP pour 1681 tonnes. **Un salarié ETP sera utile pour le traitement de 265 tonnes de biodéchets.** Sur le territoire de Lyon 1^{er}, en suivant le même raisonnement, 1 ETP sera nécessaire pour 191 tonnes de biodéchets. **Ainsi, si nous remettons ceci à l'échelle de la métropole, entre 300 et 400 emplois (ETP) non-délocalisables (contre 130 à l'heure actuelle)** seront nécessaires pour traiter les 78000 tonnes de biodéchets lombricompostables, et plus de 15 000 tonnes de lombricompost utilisable directement en agriculture seraient produites tous les ans. Ceci nous conforte dans l'idée que l'incinération, en plus d'être un non-sens écologique, ne fonctionne pas avec un modèle économique souhaitable.

6.3 biodéchets des marchés

Les marchés alimentaires sont de gros producteurs de biodéchets. En fin de marché, la plupart des commerçants laissent leurs déchets sur place. Ces déchets sont considérés comme des déchets ménagers assimilés et sont collectés par le service propreté de la Métropole de Lyon (sur des budgets TEOM). Depuis 2012, la Métropole et les collectivités, en tant que gestionnaires, doivent proposer des solutions à ce sujet en lien avec la loi Grenelle 2 (pour les producteurs de plus de 10 tonnes de biodéchets).

Cela fait un certain temps qu'Eisenia cherche à valoriser les biodéchets produits sur les marchés alimentaires. En effet les matières organiques, directement lombricompostables pour la plupart, y sont plus concentrées qu'ailleurs. Ainsi, il semble assez simple et "rentable" en terme environnemental de mettre en place une collecte sur des volumes importants et de valoriser ainsi, en circuit court, de grandes quantités de biodéchets.

Il existe très peu de chiffres fiables concernant les quantités de biodéchets produits sur les marchés alimentaires. La Ville de Lyon annonce 2500 tonnes de biodéchets sur ses marchés, quand une étude de flux menée par Lyon Bio Ressources avance le chiffre de 5600 tonnes de biodéchets sur les marchés de la métropole. Un document réalisé par l'ADEME et le cabinet Inddigo, *ADEME-INDDIGO (Sarah FLEURY) - 2016 - Tri des déchets des marchés forains - Rapport*, définit aussi des valeurs moyennes sur le territoire national, difficiles à appliquer au cas par cas cependant. Enfin, la Métropole, dans son rapport annuel 2018, annonce 7810 tonnes de déchets mélangés collectés en fin de marché.

Cette carence de chiffres a poussé l'association Eisenia à réaliser ses propres pesées afin d'estimer au plus juste les biodéchets produits. Nous avons, dans un premier temps, réalisé des pesées (et valorisations) de façon "indépendante", sans autorisation de la collectivité mais en accord avec les forains et le placier, sur le **marché de la Croix-Rousse en 2017**. **Depuis, nous avons réalisé une étude sur le marché des Allaniers (Rillieux-la-Pape) en 2018, et nous venons d'en terminer une sur la commune de Givors**. Ces deux dernières études ont été réalisées à la demande et avec l'appui des communes concernées.

Méthodologie de projet

Dans les 3 études que nous avons menées, nous avons rassemblé les biodéchets, et suivant les cas, nous les avons tous pesés (et valorisés par lombricompostage) ou alors nous en avons estimé une partie quand il n'était pas possible de tout peser (dans le cas où le service de nettoyage ne nous laissait pas assez de temps). Nous avons réalisé à chaque fois plusieurs pesées afin de confronter les chiffres. Nous avons rapporté ces chiffres à l'année en tenant compte d'un certain nombre de paramètres : saisonnalité, jour de la semaine, rapport entre producteurs et revendeurs.

Nous avons également tenu à peser et/ou estimé la proportion de fruits et légumes encore consommables, soit tels quels (fruits et légumes "moches", fin de stock) soit après transformation rapide (soupes, bocaux...).

Enfin, ces temps ont été aussi des moments d'observation et d'échanges avec les forains, le public, les services de nettoyage et les glaneurs, qui viennent se servir en fin de marché.

Voici donc quelques données que nous avons pu collecter :

	Nombre jours / semaine	Nombre stands alimentaires moyens	Poids biodéchets moyen par jour marché (en kg)	Poids biodéchets annuels (en tonne)	Dont part consommable (en tonne)
Marché de la Croix-Rousse (Lyon 1)	6	55	690	215	33
Marché des Allaniers (Rillieux-la-Pape)	2	25	820	85,3	26
Marché du centre-ville (Givors)	3	18	360	56,1	8,4
Marché Vernes (Givors)	2	10	120	12,4	1,8

Si les chiffres concernant le marché de la Croix-Rousse sont à prendre avec des pincettes (car notre étude "bénévole" a été réalisée plus rapidement et qu'il existe une très grosse différence entre les marchés du WE et ceux de la semaine), les chiffres des marchés de Givors et de Rillieux sont eux fiables.

De grosses disparités sont visibles. Cela s'explique surtout par la taille des stands, les habitudes des forains et l'équilibre entre les producteurs et les revendeurs. Le marché des Allaniers de Rillieux-la-Pape notamment est un "mauvais élève" (beaucoup de gros stands, forte proportion de revendeurs, public et forains privilégiant la quantité et les prix bas). Une grande marge de progression est possible pour réduire le gaspillage et donc la quantité de déchets à traiter.

Comme pour tous les flux, une attention sera portée à la réduction du gaspillage : travail en amont avec les forains, encouragement à glaner, voire solutions plus organisées de collectes des fruits et légumes en vue de faire des conserves ou de redistribuer la nourriture. Un projet non encore abouti a été imaginé par ALYNEA dans ce sens.

La solution choisie pour valoriser ces biodéchets du marché est d'utiliser des plateformes de lombricompostage. Les déchets, mélangés à des déchets verts sont alors disposés en andains par-dessus des litières de vers. Ces plateformes vont avoir des tailles plus ou moins importantes (de 50 à 300 tonnes/an). Dans les cas que nous avons étudiés, les biodéchets des marchés seraient traités sur une petite plateforme pour Givors, une plateforme moyenne pour Rillieux-la-Pape et une grande (ou 2 moyennes) pour absorber le flux du marché de la Croix-Rousse. Ces plateformes pourraient être installées sur des friches, des espaces délaissés, des jardins collectifs/partagés ou, encore mieux, chez des agriculteurs, ou le lombricompost pourra être directement utilisé.

Pour donner un ordre d'idée chiffré, les **5600 tonnes de biodéchets des marchés** annoncés par Lyon Bio Ressources ^{xx}pourraient être valorisées sur **20 à 40 plateformes de lombricompostage**. Suivant la taille des marchés, de **2 à 6 salariés, travaillant entre 2 et 4h** chacun par jour de marché seraient employés pour collecter la matière, la transporter et la valoriser sur les plateformes.

6.4 Biodéchets de restauration collective

Un autre gisement extrêmement important de biodéchets sur le territoire provient des traiteurs et restaurateurs (du snack au chef étoilé) de la « *capitale de la gastronomie* ». D'après des chiffres annoncés par Lyon Bio Ressources¹⁰, il y aurait 12 700 tonnes de biodéchets produits par les restaurateurs de la métropole de Lyon.

Il existe aujourd'hui des chiffres précis sur les tonnages de biodéchets qu'on peut attendre des différents types d'établissements de restauration (cantines, cuisines centrales, restaurants traditionnels), quantifiés en grammage par couvert :

Comme pour chacun des flux étudiés, il n'est pas question de plaquer un modèle unique sur des configurations totalement différentes. L'association Eisenia a rencontré de nombreux restaurateurs. Plusieurs expérimentations sont en cours pour du lombricompostage sur place avec des cafés-restaurants ayant un débit assez faible : **New Tree** (Lyon 2 et Lyon 3), **Gaïa** (Lyon 4), **La Coopérative du Zèbre** et **Away Hostel** (Lyon 1), **La Fabrique des producteurs** (Oullins) ou encore avec le traiteur **Canelle et Piment** (Vaulx-en-Velin). Le but est de proposer des solutions adaptées et peu contraignantes pour les équipes. Cette configuration, importante dans notre plan B au vu du nombre de petits cafés-restaurants de l'agglomération, n'est en revanche pas adaptée à des restaurants ayant un fort débit.

Pour les restaurants de taille plus importante, la collecte des biodéchets semble plus adaptée. Plusieurs entreprises travaillent sur le sujet et plusieurs configurations sont possibles :

- choix du véhicule (véhicule utilitaire, camion ou vélo-cargo, pratiqué par Ouicompost à l'heure actuelle),

- choix de la méthode de valorisation : lombricompostage (Terrestris), compostage électromécanique (Les Détritivores, ouicompost), méthanisation.

Pour les raisons évoquées au chapitre 4 (meilleur bilan carbone, besoin en matières carbonées moindre, mécanisation inutile, qualités agronomiques du produit fini), nous privilégions le lombricompostage (composteurs électromécaniques comme méthaniseurs nécessitent un fort investissement).

Le lombricompostage sur plateforme comme technique unique sera adapté aux restaurateurs ayant peu de retours d'assiettes (bon signe chez un restaurateur) et travaillant beaucoup le légume.

Pour valoriser des restaurants ou des cuisines collectives ayant beaucoup de matières carnées ou de retours d'assiettes, et toujours dans un souci d'optimisation écologique, il est possible d'envisager des solutions couplant 2 techniques :

- valorisation double flux : déchets de préparation en lombricompostage et retours d'assiettes en méthanisation,
- pré-compostage rapide (20 jours) de déchets mélangés et affinage par lombricompostage.

Terrestris, entreprise à vocation écologique et partenaire de l'association Eisenia, propose des solutions basées sur ces techniques.

Contrairement aux autres producteurs de déchets étudiés, en raison de la disparité entre les restaurants, nous ne pouvons en l'état produire une étude chiffrée complète. Nous pouvons cependant proposer un panel de solutions permettant à chaque restaurateur de valoriser ses biodéchets.

6.5 Ressources carbonées (déchets verts, résidus de cultures, cartons,...)

Carbones et azotes sont des composants majeurs de la matière organique et du sol. Pour une bonne humification de la matière organique, il est très important que la richesse en carbone et en azote se situe entre certaines valeurs, car les microfaunes et microflore qui agissent dans la décomposition et la minéralisation de la matière organique, nécessitent du carbone comme source d'énergie, et de l'azote en tant qu'intermédiaire dans la synthèse de leurs protéines (comme les humains ont besoin de glucides et de protéines pour les mêmes raisons).

Une donnée est importante à prendre en compte : le rapport carbone/azote (C/N), bien connu des adeptes du compostage et du lombricompostage. Toute matière organique a un ratio C/N : un certain nombre d'atomes de carbone pour un certain nombre d'atomes d'azote.

Matières riches en Azote C/N inférieur à 25	Matières équilibrées C/N entre 25 et 30	Matières riches en Carbone C/N supérieur à 30
Herbe fraîche entre 10 et 15	Feuilles mortes de fruitier	Feuilles de Chêne, Platane entre 50 et 60
Déjections animales entre 5 et 10	Marc de café	Paille de Blé 130
Déchets de cuisine 20	Herbes sèches	Paille Avoine, Orge, Seigle 50
Urine 0,70	Foin	Sciure entre 250 et 500
Feuilles vertes entre 10 et 20	Fumier pailleux	Papier 300
Viande 1	Aiguilles de Pin	Bois de taille d'hiver 130

En lombricompostage, comme en compostage et comme en méthanisation, il faut forcément mélanger des déchets majoritairement azotés (épluchures, fumiers,...) avec des déchets majoritairement carbonés (déchets verts : broyats, feuilles, pailles, mais aussi cartons). Ainsi, les matières carbonées sont primordiales dans le processus. Nous savons que la recherche de broyat est un des freins au compostage de proximité. Et pourtant, la ressource existe : de nombreux particuliers jettent leurs déchets de jardin dans le "bac gris", certains pratiquent même le brûlage, pourtant interdit. Par ailleurs, des plateformes gérées par des entreprises privées (en particulier la plateforme de Racine à Décines) compostent des déchets verts, produisant des composts très majoritairement carbonés, assez peu intéressants en terme agronomique.

Partons donc à la recherche de la ressource carbone sur la métropole :

Gisements de déchets verts sur le territoire de la métropole :

- Déchets verts des particuliers : 35kg/hab/an d'après le PLPDMA soit 49000 tonnes. Sur ces 49 000 tonnes, 29 429 (*Rapport annuel propreté métropole 2018*) sont déposées dans les déchetteries, actuellement retraitées par des entreprises privées (Racine et Valterra).
- Déchets verts des professionnels : nous ne disposons pas des tonnages exacts mais nous pouvons prendre exemple sur la plateforme gérée par Racine, le plus gros acteur sur le territoire : 70 000 tonnes de déchets verts sont recyclées en 2018, dont 20 000 tonnes provenant des déchetteries de la métropole.

Rien que les 29 429 tonnes de déchets verts issues des déchetteries pourraient ainsi permettre de lombricomposter 60 000 tonnes de biodéchets. Cependant, ces déchets verts sont également très intéressants broyés et utilisés en paillage afin de couvrir et protéger les sols tout en leur apportant du carbone. C'est une des raisons qui doit nous pousser à diversifier les apports en matières carbonées. Par chance, les ressources ne manquent pas, d'autres gisements peuvent être mis à profit.

Autres gisements carbonés :

- En milieu urbain, il peut être judicieux d'utiliser et de compléter avec une autre ressource très facilement accessible : le carton (C/N = 200 ou plus).
- Les caquettes en peuplier (C/N = 150) déferraillées des marchés alimentaires peuvent également être une solution, même si des tests de transformation méritent d'être réalisés.
- En milieu rural, là où peuvent être installées les plateformes de lombricompostage chez des paysans et agriculteurs, on trouve une autre ressource en grande quantité : les résidus de grandes cultures (les pailles avec rapport C/N = 50 à 150).

Cela permettrait à ces derniers de devenir "retraiteurs" de biodéchets en mélange avec leurs résidus de cultures, mais aussi producteurs de protéines animales (vers de terre) pour nourrir la volaille, et ainsi limiter leurs dépenses et augmenter leurs revenus).

Enfin, nous pouvons ajouter un paramètre : le besoin en matière carbonée est moins important en lombricompostage. Ceci est certainement dû au fait qu'en compostage, la montée en température provoque une perte gazeuse de carbone (sous forme de CO₂). La méthanisation est également consommatrice de matières carbonées, pour créer du gaz mais également pour composter les digestats avant épandage. Une fois encore, le lombricompostage est donc une solution permettant d'être moins contraint par le paramètre du carbone.

En conclusion, à condition de faire les bons choix, les différents gisements carbonés permettront donc aisément de lombricomposter, composter voire méthaniser, l'ensemble des biodéchets du territoire, sans faire concurrence aux besoins grandissants en broyat des entreprises d'espaces verts.

FOCUS : La plateforme de lombricompostage au GAEC du Mûrier (Saint Joseph, 42)



Eisenia et un collectif d'agriculteurs (maraîchères, paysan boulanger et éleveurs bios) se sont rencontrés au cours d'une formation, pendant la mobilisation contre l'A45, projet abandonné en 2018. Ferme exemplaire, Le GAEC du Mûrier a décidé de se lancer dans l'aventure du lombricompostage. 10 kg de vers ont été installés sur un petit andain recouvert de fumier début 2018. Un an après, c'est une centaine de kg de vers, produits sur place à partir de la

litière initiale que nous avons pu répartir sur 2 andains de 50 mètres de long. La production de lombricompost et de vers tourne maintenant régulièrement. Les andains sont alimentés soit par Terrestris (collecte de restaurants, traiteurs, événementiel), soit par les agriculteurs (fumiers et résidus de culture), mais aussi par le restaurant (Café Cerise) de la commune et les services techniques qui y déposent les biodéchets de la cantine scolaire de l'école. Quelques paysagistes y déposent également des déchets verts. Nous avons donc un projet modèle où tout le monde est gagnant. Cerise sur le gâteau, Eisenia a pu intervenir plusieurs fois auprès des écoles, la ferme est visitée par des groupes en formation et enfin, cette même ferme est devenue un terrain d'étude scientifique, puisque les expériences de terrain liées à la thèse de Vincent Ducasse s'y déroulent pour partie.

7 Organisation humaine

Nous l'avons vu précédemment, nos estimations disent qu'il faudrait 1 ETP pour le traitement de 265 tonnes de biodéchets (en nous basant sur l'exemple de Meyzieu) voire beaucoup plus en nous basant sur les quartiers de centre-ville ou les marchés alimentaires. **Pour retraiter les 78 000 t/an de biodéchets lombricompostables** produits par l'ensemble des "grands Lyonnais", il faudra ainsi créer entre **300 et 400 emplois (ETP)**. La valorisation des biodéchets des marchés ou des restaurants sera aussi une source de création d'emplois. Ces emplois sont liés aux domaines de l'animation/formation, de la maintenance, de la construction, de l'agriculture et de la logistique. Une majorité de ces postes pourrait être ouverts à l'insertion et à un personnel peu qualifié.

A l'heure actuelle, sur la métropole, lorsqu'un collectif (association / copropriété) fait une demande de composteur, un accompagnement est proposé sur une durée de 9 mois en général, après quoi les gens doivent être en capacité de gérer eux-mêmes l'installation. Cette organisation suit les recommandations du dispositif GPROX, fixées par l'ADEME. Si ce fonctionnement cherche à autonomiser les gens, il est très limitatif et est en contradiction avec le fonctionnement appliqué aux autres déchets. Les habitants ne gérant pas eux-mêmes leurs déchets des poubelles grises et jaunes, nous estimons donc que des professionnels doivent également suivre les (lombricom)posteurs sur le long terme afin d'assurer une continuité et un regard professionnel sur les installations. Cela n'empêche pas, bien au contraire, d'autonomiser ceux qui le souhaitent (notamment au sein des copropriétés ou des établissements) et d'espaçer dans ce cas les visites d'un.e professionnel.le.

Ci-dessous, une liste des principaux types de postes que pourrait créer le Plan B

Agent.e de maintenance de lombricomposteurs

L'agent.e de maintenance de lombricomposteurs est chargé.e de veiller au bon fonctionnement du parc de lombricomposteurs qui lui est attribué (+ ou - 80 en milieu urbain et + ou - 60 en milieu péri-urbain).

Eco-gardien.ne

L'éco-gardien.ne travaille sur des grands ensembles (HLM ou grandes copropriétés). Il s'occupe de l'aspect "développement durable" de son quartier. Son rôle est d'amener cette thématique dans le quartier par des outils concrets (notamment le lombricompostage) et faire en sorte de créer du lien social autour de cela. Il/elle travaille souvent en binôme avec un.e gardien.ne. Il peut notamment : guider les habitants dans l'utilisation des diverses poubelles ; trier, redistribuer ou valoriser les encombrants ; aider les personnes âgées ou handicapées à descendre leurs encombrants ; gérer le lombricomposteur ; s'occuper de la petite manutention des espaces verts (taille/tonte) ; gérer un potager au sein des immeubles,...

Animateur.rice (type guide (lombricomposteur))

L'animateur.rice/guide (lombricomposteur) travaille en lien direct avec les agent.e.s de maintenance de lombricomposteur et les éco-gardien.ne.s. Il/elle est chargé.e de l'aspect formation et animation sur l'utilisation d'un lombricomposteur et sur la sensibilisation au gaspillage alimentaire de l'ensemble des habitant.es de son secteur (pour prendre un exemple, il faudrait 3 animateur.rices sur le 1^{er} arrondissement de Lyon). Des postes spécifiques d'animateur.rice.s seront aussi créés pour intervenir dans les copropriétés où les habitants souhaitent gérer en partie eux-mêmes leur lombricomposteur. Il/elle n'interviendrait dans ces cas-là que ponctuellement pour s'assurer du bon fonctionnement des installations et de la compréhension des utilisateurs et référents.

Coordinateur.rice logistique

Le/la coordinateur.rice logistique est chargé.e de s'assurer du bon fonctionnement du réseau de lombricompostage. Il/elle fait le lien entre les différents acteurs, crée les circuits de maintenance sur la métropole lyonnaise, coordonne les actions importantes (constructions de lombricomposteurs, récoltes,...).

Collecteur.se de biodéchets

Le/la collecteur de biodéchets travaille en fin de marché pour rassembler les biodéchets laissés par les forains, les charger dans un camion et les emmener sur une plateforme de lombricompostage. Il/elle collecte aussi les biodéchets des gros producteurs (restauration collective).

Gestionnaire de plateforme de lombricompostage

Le/la gestionnaire de plateforme de lombricompostage travaille sur une ou plusieurs plateformes. Il gère l'apport des biodéchets (amenés par les collecteur.se.s), équilibre en matière carbonée, organise la migration des vers, récolte, stocke et conditionne le lombricompost et prélève les vers qui serviront à démarrer de nouveaux lombricomposteurs.

Chauffeur.euse pour récoltes de lombricompost

Les chauffeur.euse.s sont chargé.e.s de la récolte du lombricompost des lombricomposteurs de la métropole lyonnaise. Ils/elles interviennent à la demande des agents de maintenance ou des coordianteur.rice.s.

Constructeur.rice de lombricomposteur

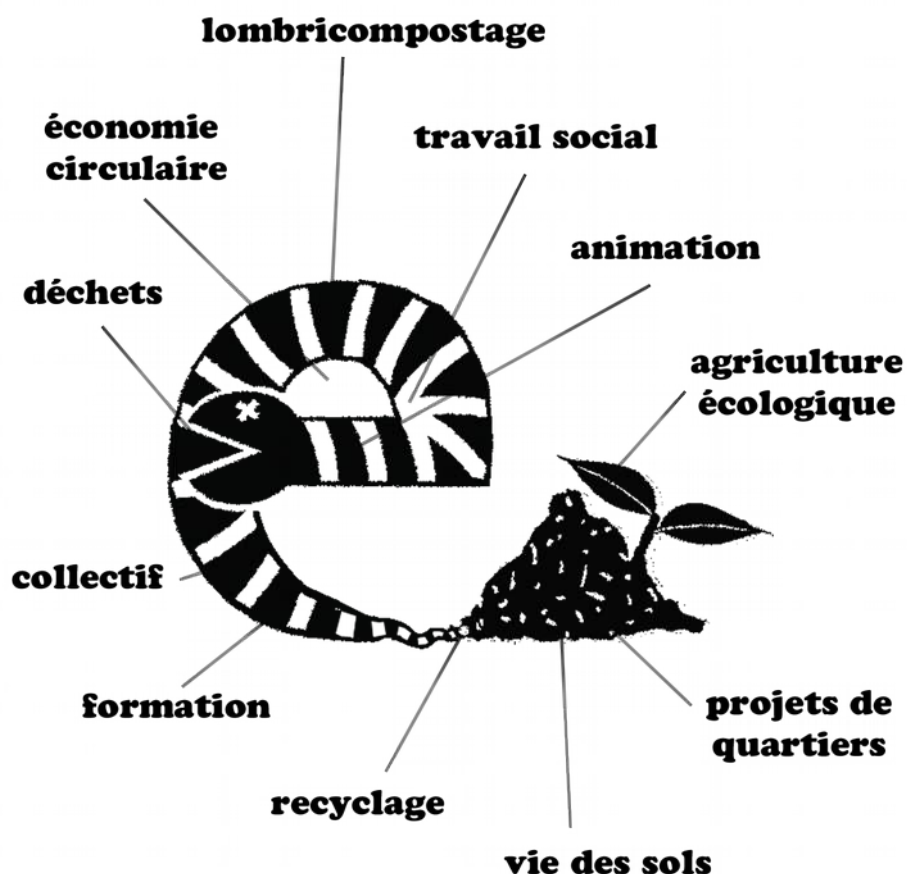
Le/la constructeur.rice de lombricomposteurs est chargé.e de l'ensemble du processus de mise en place d'un lombricomposteur : choix des matériaux, stock, découpes, transport, montage.

Guide composteur pour solutions individuelles

Le/la guide composteur pour solutions individuelles est chargé.e d'accompagner les ménages habitant en maisons individuelles auxquels on a donné un composteur ou un lombricomposteur. Il/elle met à disposition les connaissances et le matériel nécessaire au cours de séances d'animations collectives.

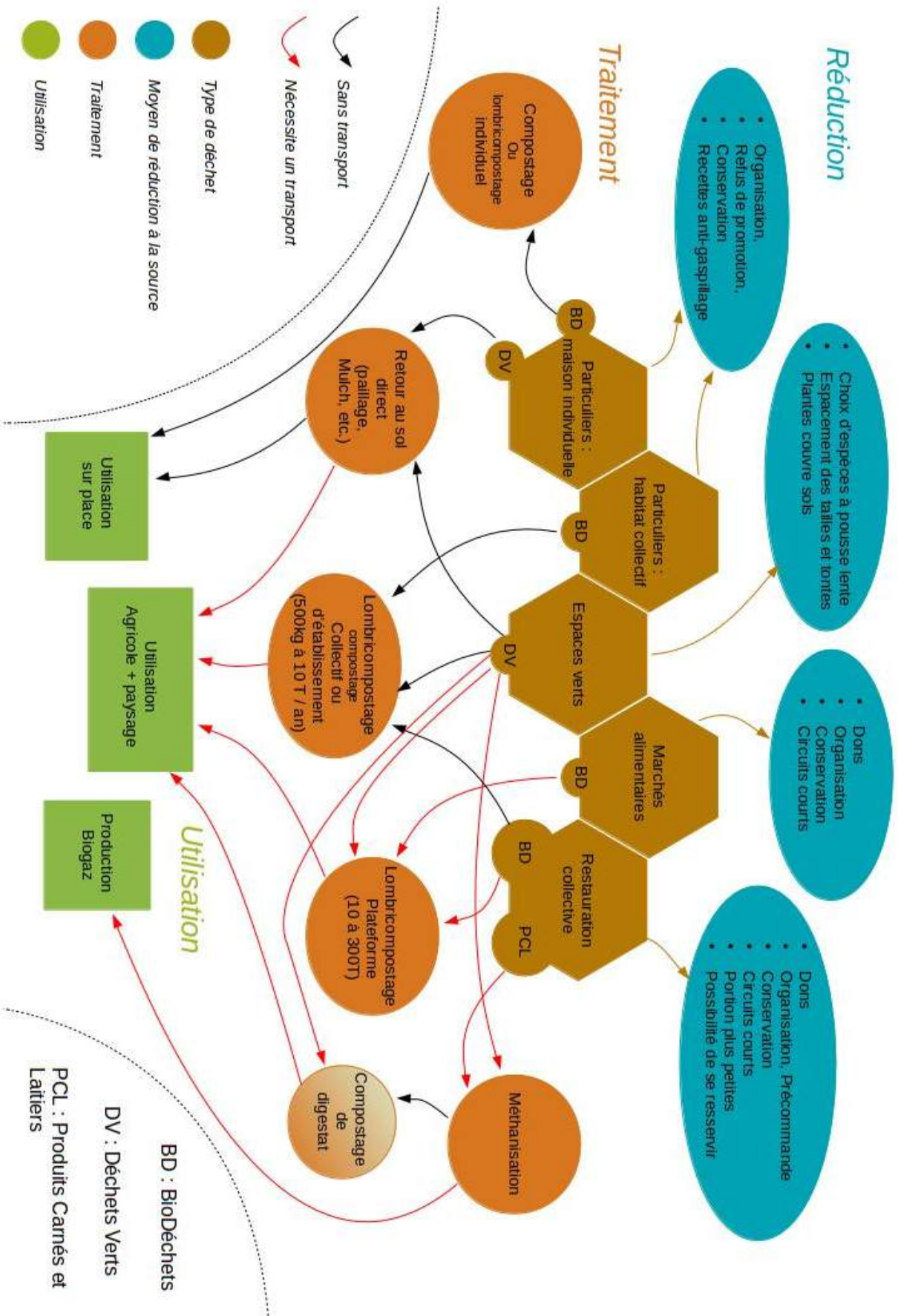


Ainsi se conclut ce plan B 2.0. Nous avons déblayé un certain nombre de points qui nous semblaient encore imprécis. Nous pourrions en écrire des versions 3, 4 ou 5.0 et avoir encore des détails à peaufiner ou des chiffres à affiner. Il est temps pour nous de passer le relais à la collectivité, aux (futur-e-s) élu-e-s et au public car notre rôle est avant tout d'être sur le terrain. Et si vous ne devez retenir que quelques bribes de ce plan B, c'est avant tout qu'une solution est possible pour chaque configuration à condition de s'y adapter et de refuser la facilité du processus massif, unique, aisé à piloter de loin mais énergivore, consommateur de ressources et peu résilient. Ou comment des vers de terre, des planches en bois et des humains équipés d'outils seront plus efficaces que des incinérateurs et des poubelles connectées...

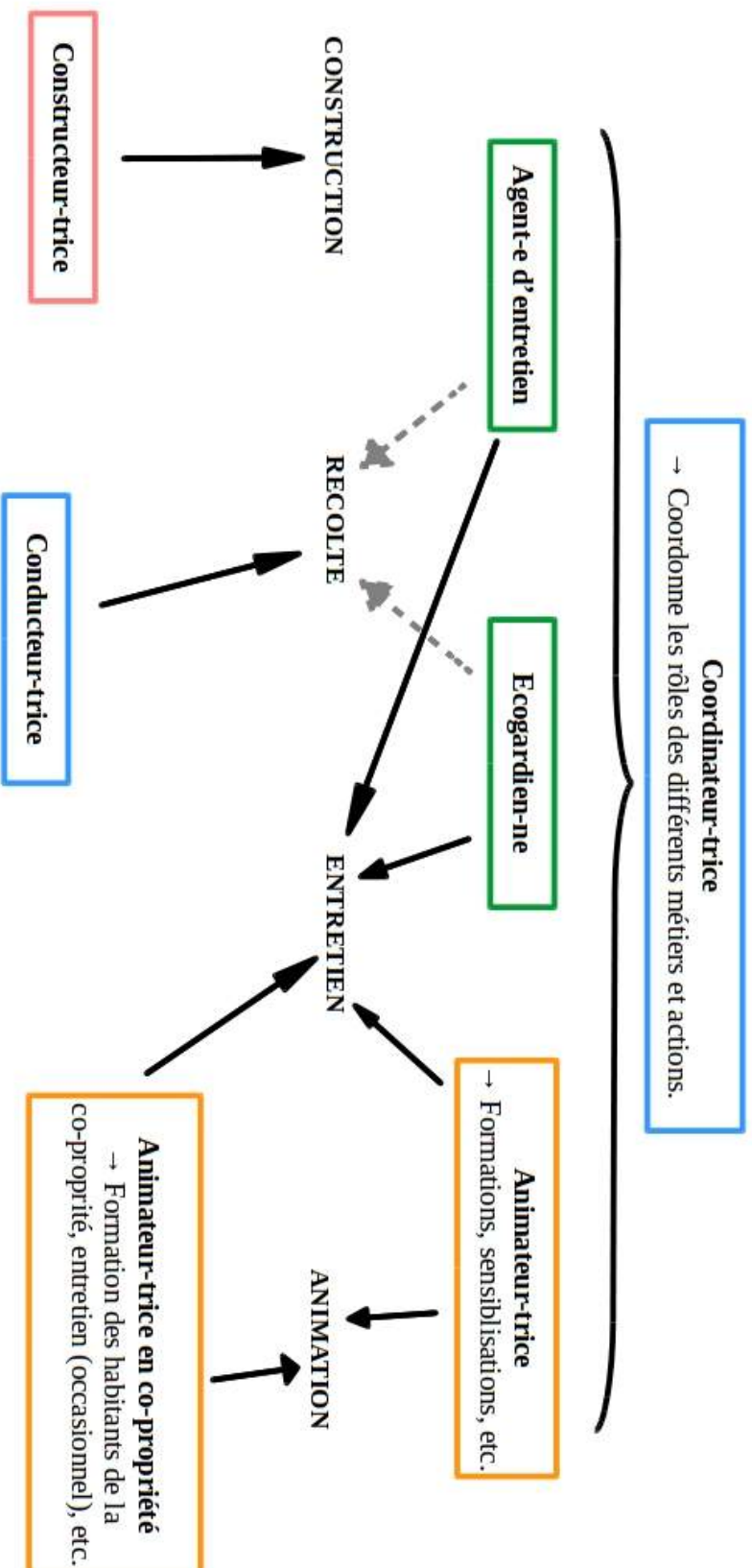


ANNEXES :

- 1/ schéma récapitulatif des flux et traitements
- 2/ Schéma récapitulatif des fiches de postes



- Logistique
- Maintenance
- Animation
- Construction



- i <http://cniid.org/+Biodechets,8-+>
- ii MODECOM 2018 : ppt analyse des biodéchets type d'habitat
- iii Walter, Christian, Bispo, A., Chenu, C., Langlais, A., Schwartz, C., 2015. Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation.
- iv Decaëns, T., Jiménez, J.J., Gioia, C., Measey, G.J., Lavelle, P., 2006. The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology* 16.
- v Gobat, J.M., 2010. Le sol vivant - Bases de pédologie - Biologie des sols [WWW Document]. EPFL Press. URL <https://www.epflpress.org/produit/422/9782880747183> (accessed 10.16.19).
- vi Blanchart, A., 2018. Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel 381.
- vii Bardgett, R.D., Putten, W.H., 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* 515, 505–511. <https://doi.org/10.1038/nature13855>
- viii Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., Rossi, J.-P., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, ICSZ 42, S3–S15. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.002>
- ix Balesdent, J., 1996. Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France. *Étude et Gestion des Sols* 16.
- x Balesdent, J., 1996. Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France. *Étude et Gestion des Sols* 16.
- xi Villio, M.L., Arrouays, D., Deslais, W., Daroussin, J., Bissonnais, Y.L., Clergeot, D., 2001. Estimation des quantités de matière organique exogène nécessaires pour restaurer et entretenir les sols limoneux français à un niveau organique donné. *Étude et Gestion des Sols* 18.
- xii Komakech, A.J., Sundberg, C., Jönsson, H., Vinnerås, B., 2015. Life cycle assessment of biodegradable waste treatment systems for sub-Saharan African cities. *Resources, Conservation and Recycling* 99, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.006>
- xiii Doan, T.T., Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J.-L., Jouquet, P., 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Science of The Total Environment* 514, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.005>
- xiv Komakech, A.J., Sundberg, C., Jönsson, H., Vinnerås, B., 2015. Life cycle assessment of biodegradable waste treatment systems for sub-Saharan African cities. *Resources, Conservation and Recycling* 99, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.006>
- xv Faerber, T., Herzog, J., 2010. *Solid Waste Management and Environmental Remediation*. Nova Science Publishers, Incorporated.
- xvi Moletta, R., 2008. Méthanisation de la biomasse [WWW Document]. Ref : TIP140WEB - "Bioprocédés." URL <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-th12/archives-bioprocetes-tiabi/archive-1/methanisation-de-la-biomasse-bio5100/> (accessed 11.20.19).
- xvii <https://www.canol.fr/tag/teom/>
- xviii <https://zerodechetlyon.org/elections-2020-les-candidat-e-s-prennent-position-sur-la-gestion-des-dechets/>
- xix réduire le gaspillage alimentaire en restauration collective, guide ADEME, avril 2017 :
- xx 20170928 Présentation des résultats de l'étude de flux