

ECO SKILLS CHALLENGE 2024



Infinite Organic

20.01.2024

Equipe The Twin's

Alyzée et Killian Blondeau
28 Rue de la croix des Vignes
41290 CONAN

Formation:

Alyzée Blondeau : BAC STAV (Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant) +
BTSA GPN (Gestion et Protection de la Nature)
Killian Blondeau : BAC Général Scientifique + Ecole d'ingénieur Polytechnique de
Orléans.

Le thème que nous avons choisi d'exposer est l'économie circulaire car c'est un enjeux majeur qui fait partie des engagements du développement durable. L'économie circulaire se définit par :

-Le recyclage, revalorisation des déchets organiques, réutilisation des déchets, borne de récupération ou point de collecte pour les professionnels du secteur alimentaire, compostage, terreau.

Notre projet mettra en avant le cercle vertueux de la démarche en développant un engrais peu cher et revalorisé qui aurait pour but de diminuer l'infiltration des produits phytosanitaires dans les sols ce qui répondrait à de nombreux enjeux environnementaux notamment la stabilisation de l'acidité des pluies, sachant que la principale problématique à ce sujet est la contamination des cours d'eau. Chaque année, environ 300 millions d'euros sont utilisés pour le traitement des eaux. Les produits phytosanitaires sont également une réelle menace pour la faune, notamment les pollinisateurs qui sont touchés par leur utilisation, mais aussi la faune piscicole, car la majorité de ces produits finissent dans les cours d'eau via le ruissellement.

Le but serait donc de mettre en avant une agriculture plus vertueuse et respectueuse de l'environnement dans une logique de durabilité sans faire baisser la cadence de production.

Objectifs

1. Révolutionner la façon de trier nos déchets par quartier.
2. Trouver un moyen de revaloriser les déchets pour être utilisé de diverses façons.
3. Vérifier la tangibilité du projet technique et financièrement.
4. Calculer et évaluer l'impact environnement positif du concept.



Principes techniques

Changement pour la poubelle marron de reste qui deviendrait une poubelle de référence pour le compost.



Figure 1. Représentation graphique des 4 types de poubelles.



Dans notre principe de valorisation des déchets nous avons réfléchi à la possibilité de mettre en place une poubelle des déchets compostable (autre système que les composteurs déjà mis en place). Ce projet pourrait donc être mis en place essentiellement dans les villes dans un premier temps, car dans les zones rurales, les composteurs sont déjà valorisés. Le dessein de ces déchets serait de les réutiliser notamment en tant qu'engrais sachant que les sols ont principalement besoin de matière organique, cette matière pourrait être fournie de façon naturelle en les valorisant, et en les exploitant.

Dans un contexte de production vertueuse, il serait intéressant de développer des centrales qui permettent le traitement de ces biodéchets et il serait également intéressant de se questionner sur les partenariats possibles que l'on pourrait mettre en place sachant qu'il existe déjà des associations et des organismes qui se développent pour la récolte en ville comme par exemple les vers de Tours qui récupère les biodéchets à vélo une journée par semaine.

Aujourd'hui, on parle de biogaz alors pourquoi ne pas développer les bio-déchets en engrais ?



Grandes étapes:

1. Mise en place de points de collecte collaboratifs

- 1.1. Création d'un logo universel reconnaissable par tous.....page 7
- 1.2. Points de collecte pour les habitants de quartier.....page 8 à 10
- 1.3. Pour les professionnels du secteur (restauration, épicerie, etc)....page 11 à 13
- 1.4. Synthèse.....page 14

2. Conception d'un système de mise en valeur des déchets organiques

- 2.1. Collecteur central de déchets.....page 15 à 16
- 2.2. Principe de transformation en engrais réutilisable.....page 17 à 22
- 2.3. Acheminement et transports au secteur primaire.....page 23 à 24

3. Principe de cercle vertueux

- 3.1. Cercle vertueux.....page 25
- 3.2. Tarification des solutions.....page 26 à 31
- 3.3. Conclusion.....page 32

4. Annexe et Sources

1. Mise en place de points de collecte collaboratifs

1.1. Crédation d'un logo universel reconnaissable par tous.



Ci-contre un exemple des pictogrammes déjà disponibles pour nos déchets du quotidien.

Figure 2. Représentation graphique des différents logo de tri.

À droite, nous pouvons voir un exemple de ce à quoi pourrait ressembler ce pictogramme. Bien sûr, un pictogramme doit être réfléchi en amont pour que quiconque puisse comprendre son utilité très rapidement.



Figure 3. Représentation graphique du logo Compostable

1.2. Points de collecte pour les habitants de quartier.

Pour la réalisation du point de collecte pour les habitants du quartier, nous avons pensé à la création d'une poubelle recyclée et à faible taux de rejet de CO₂. Pour arriver à cela, nous devons exploiter des matériaux recyclables et qui ont une forte résistance aux moisissures, de plus les solutions doivent avoir un faible impact environnemental. Pour cela, nous avons déjà écarté la piste du bois et nous nous concentrons sur les cinq solutions suivantes : le liège, les plastiques végétaux, le Tencel, les bio-composites, les plastiques végétaux. Après réflexion sur la complexité de l'objet à concevoir, mais aussi sur le prix au kilogramme de chacun des matériaux, la solution répondant le mieux à la réalisation d'un point de collecte pour les habitants de quartiers est le carton à haute densité.



Ci-contre à gauche nous avons la poubelle en liège/carton , et à droite la poubelle en plastique recyclé.

Figure 4. Conception 3D de la poubelle recyclable et recyclée.



Critères de sélections:

Liège :

Coût : Le liège peut être relativement coûteux en raison du processus de récolte et de transformation.

Praticité de transport : Le liège est léger, ce qui le rend pratique à transporter.

Impact écologique : Le liège est un matériau naturel et renouvelable, avec un faible impact écologique lors de la récolte et de la production.

Réutilisation : Le liège peut être recyclé ou réutilisé, mais sa durabilité peut être limitée par rapport à d'autres matériaux.

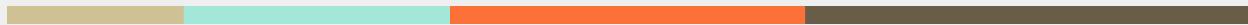
Plastiques végétaux :

Coût : Les plastiques végétaux peuvent avoir des coûts variables en fonction des processus de production et des matériaux utilisés.

Praticité de transport : Similaire aux plastiques traditionnels, les plastiques végétaux sont généralement légers et faciles à transporter.

Impact écologique : Les plastiques végétaux sont souvent fabriqués à partir de sources renouvelables telles que le maïs ou la canne à sucre, ce qui réduit leur empreinte carbone.

Réutilisation : Les plastiques végétaux peuvent généralement être recyclés de la même manière que les plastiques traditionnels.



Le carton:

Coût : Le carton peut avoir des coûts variables en fonction de sa qualité et de son épaisseur, mais il est généralement moins cher que d'autres matériaux d'emballage comme le plastique.

Pratичité de transport : Le carton est léger et peut être facilement plié ou empilé, ce qui le rend pratique à transporter et à manipuler.

Impact écologique : Le carton est fabriqué à partir de fibres de cellulose issues de sources renouvelables, telles que les arbres, et il est biodégradable. Son impact écologique est donc relativement faible, surtout s'il est recyclé après usage.

Réutilisation : Le carton peut être recyclé pour produire de nouveaux emballages en carton ou d'autres produits en papier. Cependant, sa durabilité peut être limitée en fonction de son épaisseur et de sa qualité.

1.3. Pour les professionnels du secteur (restauration, épicerie...).

Pour les professionnels du secteur, tels que les restaurants, les épiceries et autres commerces alimentaires, il est essentiel d'établir un système de collecte efficace et pratique pour les déchets organiques. Cette initiative vise à encourager ces entreprises à participer activement à la transition vers une économie circulaire en valorisant leurs déchets de manière responsable.

Nous envisageons de mettre en place des partenariats avec ces professionnels afin de faciliter la collecte de leurs déchets organiques. Cela pourrait se faire par le biais de contrats ou d'accords de coopération dans lesquels les entreprises s'engagent à séparer leurs déchets organiques et à les mettre à disposition pour la collecte.

Pour rendre ce processus aussi simple et pratique que possible, nous proposons la mise en place de bacs ou de conteneurs spécifiques pour les déchets organiques dans les locaux des entreprises. Ces conteneurs seront clairement identifiés et faciles d'accès, encourageant ainsi les professionnels à participer activement à la collecte des déchets.

De plus, nous pourrions proposer des services de collecte régulière ou à la demande, adaptés aux besoins et aux contraintes des entreprises partenaires. Ces services pourraient être assurés par des véhicules spécialement équipés pour le transport des déchets organiques, garantissant ainsi une gestion efficace et hygiénique de ces matériaux.



Nous devrions bien évidemment nous régir aux réglementations en matière de sécurité et d'intégrité de la chaîne alimentaire en évitant le recyclage des viandes et poissons, et en favorisant bien évidemment les déchets organiques de types végétaux.

En établissant des partenariats avec les professionnels du secteur alimentaire, nous visons à créer une boucle vertueuse où les déchets organiques sont collectés, transformés en engrais de haute qualité, puis réutilisés pour soutenir une agriculture plus durable et respectueuse de l'environnement. Ce modèle permettrait non seulement de réduire les déchets envoyés en décharge, mais aussi de contribuer à la préservation des ressources naturelles et à la lutte contre le changement climatique.

Format de la poubelle adaptée aux commerçants et magasins.



Figure 5. Représentation 3D de la poubelle conçu pour les commerçants

1.4. Synthèse.

Les 4+1 étapes du cycle



Figure 6. Schéma récapitulatif de la première étape

2. Conception d'un système de mise en valeur des déchets organiques

2.1. Collecteur central de déchets.



Figure 7. Vue artistique du Collecteur Central de déchets

Notre usine de recyclage de compost joue un rôle crucial dans la gestion durable des déchets organiques, transformant ce qui était autrefois considéré comme des déchets en une ressource précieuse pour l'agriculture et le jardinage, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement et à la promotion de pratiques agricoles durables. Ce collecteur s'impose comme le fer de lance de l'avenir de consommation des produits recyclables en cycle court.

Principe de fonctionnement complet:

1. Collecte des déchets organiques : Notre usine agit en tant que collecteur central, rassemblant les déchets organiques provenant à la fois des particuliers et des professionnels. Ces déchets comprennent des résidus alimentaires, des déchets de jardinage, des résidus de production agricole, et bien d'autres encore.
2. Tri et prétraitement : Une fois les déchets organiques arrivés à notre usine, ils sont triés pour éliminer les contaminants inorganiques tels que le plastique et le métal résidus. Ensuite, les déchets sont prétraités pour faciliter le processus de compostage. Cela peut impliquer le broyage ou le hachage des matériaux pour accélérer la décomposition.
3. Processus de compostage : Les déchets organiques prétraités sont ensuite acheminés vers nos zones de compostage. Là, ils subissent un processus contrôlé de décomposition biologique, favorisé par des conditions optimales telles que la bonne aération, l'humidité et la température. Pendant cette phase, les micro-organismes décomposent les déchets en compost organique riche en éléments nutritifs.
4. Maturation et amélioration : Une fois que le compost initial est formé, il est laissé à maturer pendant une période supplémentaire pour garantir une qualité optimale. Pendant cette phase, des mesures peuvent être prises pour améliorer la composition du compost, comme l'ajout de matières riches en nutriments ou la correction du pH.
5. Distribution et commercialisation : Une fois le compost complètement mûr et de qualité supérieure, il est prêt à être distribué. Selon les besoins et les demandes du marché, le compost peut être vendu aux agriculteurs pour améliorer la santé des sols, ou bien conditionné pour la vente aux particuliers pour une utilisation dans les jardins domestiques.

2.2. Principe de transformation en engrais réutilisable.



Figure 8. Diagramme du principe de fonctionnement de la revalorisation des déchets.

Ce cercle va nous permettre de définir les étapes clé du développement de la solution ainsi que de sa mise en place auprès du public visé. Ci-après, nous allons voir pourquoi il est important de mettre en place un projet similaire sur notre planète grâce aux répercussions positives que ce dernier pourrait avoir sur notre planète.

La revalorisation des déchets organiques apporte de nombreuses conséquences positives, tant sur le plan environnemental que socio-économique, dont celles que nous développons grâce à notre projet sont les suivantes:



Figure 9. Diagramme des bienfaits de la revalorisation organiques.

- Réduction des déchets enfouis** : En recyclant les déchets organiques au lieu de les envoyer en décharge, la revalorisation contribue à réduire le volume de déchets enfouis, limitant ainsi la nécessité d'agrandir les sites d'enfouissement et les risques de pollution des sols et des eaux souterraines.

2. **Production de compost riche en nutriments** : La revalorisation des déchets organiques génère du compost, un amendement du sol naturel riche en nutriments. Ce compost peut être utilisé pour améliorer la santé des sols agricoles, favoriser la croissance des plantes et réduire le besoin d'engrais chimiques.
3. **Réduction des émissions de gaz à effet de serre** : En détournant les déchets organiques des sites d'enfouissement, où ils se décomposent anaérobiotiquement et produisent du méthane, la revalorisation contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre. De plus, l'utilisation de compost peut aider à stocker le carbone dans le sol, contribuant ainsi à atténuer les changements climatiques.
4. **Création d'emplois verts** : La mise en place de programmes de revalorisation des déchets organiques crée des opportunités d'emploi dans divers secteurs, notamment la collecte, le tri, le compostage et la distribution de compost. Ces emplois verts soutiennent l'économie locale tout en contribuant à la protection de l'environnement.
5. **Amélioration de la qualité des sols** : En ajoutant du compost aux sols, la valorisation des déchets organiques améliore leur structure, leur fertilité et leur capacité à retenir l'eau. Cela favorise la croissance des plantes, réduit l'érosion du sol et préserve la biodiversité.
6. **Amélioration de la qualité de l'eau de pluie** : la revalorisation des déchets organiques et l'utilisation de compost peuvent jouer un rôle crucial dans l'amélioration de la qualité de l'eau de pluie en réduisant la pollution des eaux de surface, en améliorant l'infiltration et la rétention d'eau, et en fournissant une filtration naturelle. Ces pratiques contribuent à maintenir des écosystèmes aquatiques sains et à protéger la ressource précieuse qu'est l'eau.



Maintenant que nous avons clairement défini les objectifs de cette partie nous devons pouvoir mettre en place l'utilisation du produit final. Ce produit final est bien évidemment l'engrais à base de composés organiques et enrichi dans notre centre de revalorisation.



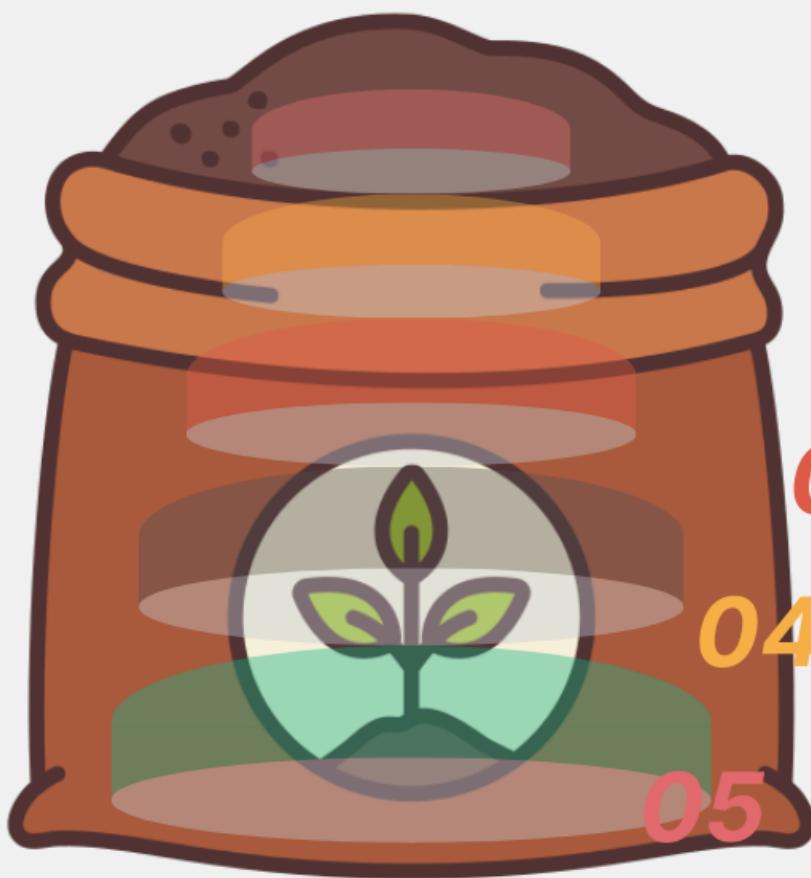
Figure 10. Dessin de "L'Infinite Engrais"

Méthode d'enrichissement:

1. *Intégration de sources de minéraux* : Nous pouvons enrichir notre compost en ajoutant des sources de minéraux essentiels pour les plantes. Par exemple, en incorporant de la farine d'os (source de phosphore), de la poudre de roche (source de divers minéraux), ou même des algues marines séchées (source de potassium et de nombreux oligo-éléments).
2. *Utilisation de compost activé* : Pour accélérer le processus de décomposition et enrichir le compost en nutriments, nous pouvons utiliser des activateurs de compost. Ces produits sont généralement des mélanges de matières riches en azote comme le fumier, l'urée ou les déchets verts (tonte de gazon, feuilles fraîches), qui stimulent l'activité des micro-organismes décomposeurs.
3. *Compostage en couches* : Une méthode pour enrichir le compost consiste à superposer les matières organiques en couches, en alternant entre des matières riches en **carbone** (comme les feuilles mortes ou la paille) et des matières riches en **azote** (comme les déchets de cuisine ou le fumier). Cette technique favorise un équilibre optimal des nutriments et accélère le processus de décomposition.
4. *Aération et brassage* : Assurez-vous de bien aérer et de brasser régulièrement votre tas de compost. Cela favorise une décomposition efficace et homogène, permettant aux micro-organismes de travailler de manière optimale pour produire un compost riche en nutriments.



Recette Infinite Engrais



01

Base organique

Tout type de détritus organiques 50%

02

Ajout de carbone naturel

Ajout de feuilles mortes et de paille issu de la récupération. 20%

03

Compost activé

Ajout de mélanges de matières riches en azote comme le fumier, l'urée ou les déchets verts. 10%

04

Aération et brassage

favorise une décomposition efficace et homogène. 15%

05

Intégration de sources de minéraux

incorporation de la farine d'os (source de phosphore), de la poudre de roche (source de divers minéraux), ou d'algues marines séchées (source de potassium). 5%

Figure 11. Diagramme de la recette de l'Infinite Engrais.

2.3. Acheminement et transports au secteur primaire.

Pour l'acheminement du produit fini à nos consommateurs principaux, qui seront les agriculteurs, nous devons trouver une ou des solutions de transports qui ont le moins de conséquences négatives sur le cycle de carbone ainsi que limiter notre impact environnemental.

Parmi les solutions possibles, nous pourrions opter pour :

1. Le transport ferroviaire : Utiliser le train pour le transport de notre compost permettrait de réduire les émissions de CO₂ par tonne-kilomètre par rapport aux autres modes de transport, en particulier par rapport au transport routier.
2. Le transport fluvial ou maritime : Si l'usine est située à proximité d'une voie navigable, le transport par bateau peut être une option écologique, surtout pour les grandes quantités de marchandises.
3. Le transport par camion électrique ou à faibles émissions : L'utilisation de véhicules électriques ou alimentés par des carburants alternatifs tels que le gaz naturel comprimé (GNC) ou le biogaz pourrait réduire les émissions de carbone liées au transport.
4. La consolidation des expéditions : regrouper plusieurs livraisons dans un seul camion ou conteneur peut réduire le nombre de trajets nécessaires et ainsi diminuer l'empreinte carbone totale du transport.

Le but du projet étant d'être le plus cyclique possible dans notre approche de l'économie, nous pouvons opter pour une solution globale où l'on regroupe une usine qui fabrique notre engrais à partir de compost ainsi que la mise en place d'une usine ou zone de stockage pour le biogaz qui permettrait à nos camions alimentés au biogaz de ne pas parcourir plus de distance que nécessaires en regroupant toutes les activités au même point.

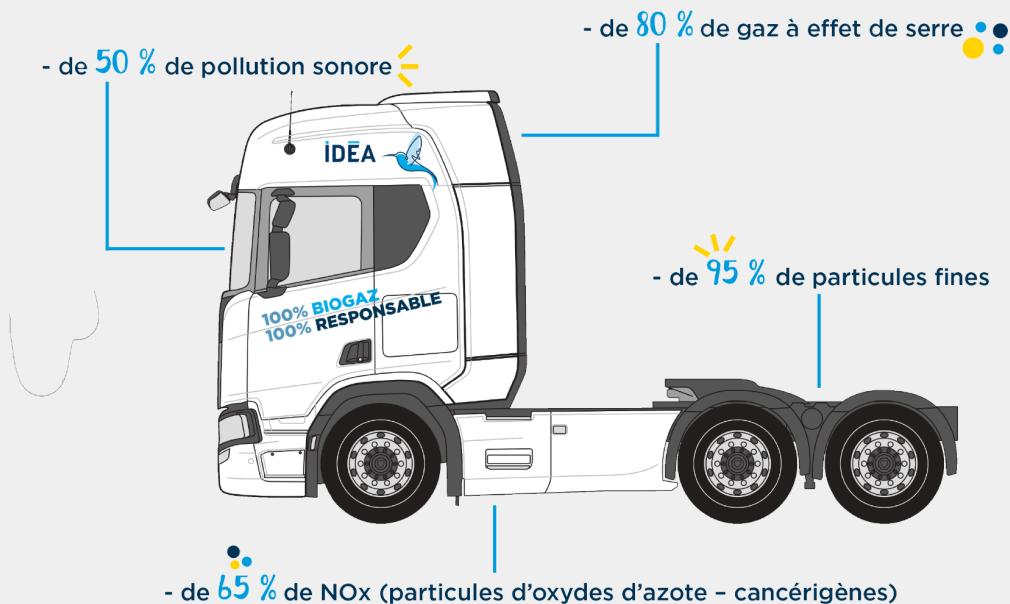


Figure 12. Photo du camion Biogaz de IDEA.

Le but serait bien évidemment de disposer d'une flotte de véhicules similaire à ce que l'entreprise IDEA a réussi à mettre en place avec ses véhicules au biogaz, et compléter la flotte avec des véhicules électriques ou à l'hydrogène en fonction du coût de chaque solution.

3. Principe de cercle vertueux

3.1. Cercle vertueux

Economie Circulaire

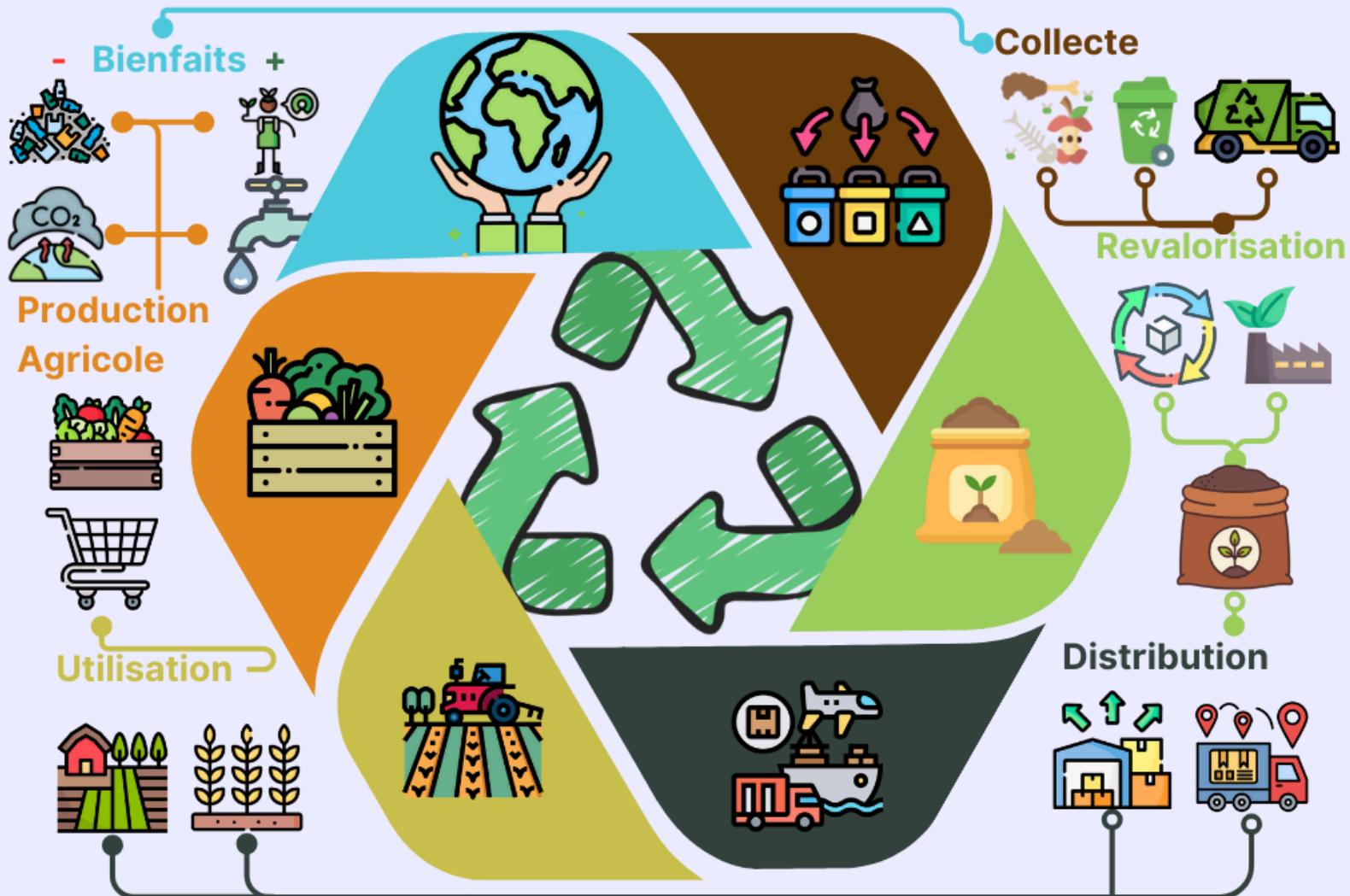


Figure 13. Diagramme de l'économie circulaire induite par le projet Infinite Organic.

3.2. Tarification des solutions

Pour avoir une estimation de la tarification précise de notre projet nous devons nous appuyer sur deux choses : des données récentes et actualisées ainsi qu'un objectif de revalorisation atteignable. Nous allons partir du principe que ce projet va s'adresser à une grande ville française avec une population de centre-ville aux alentours des 150 000 habitants.

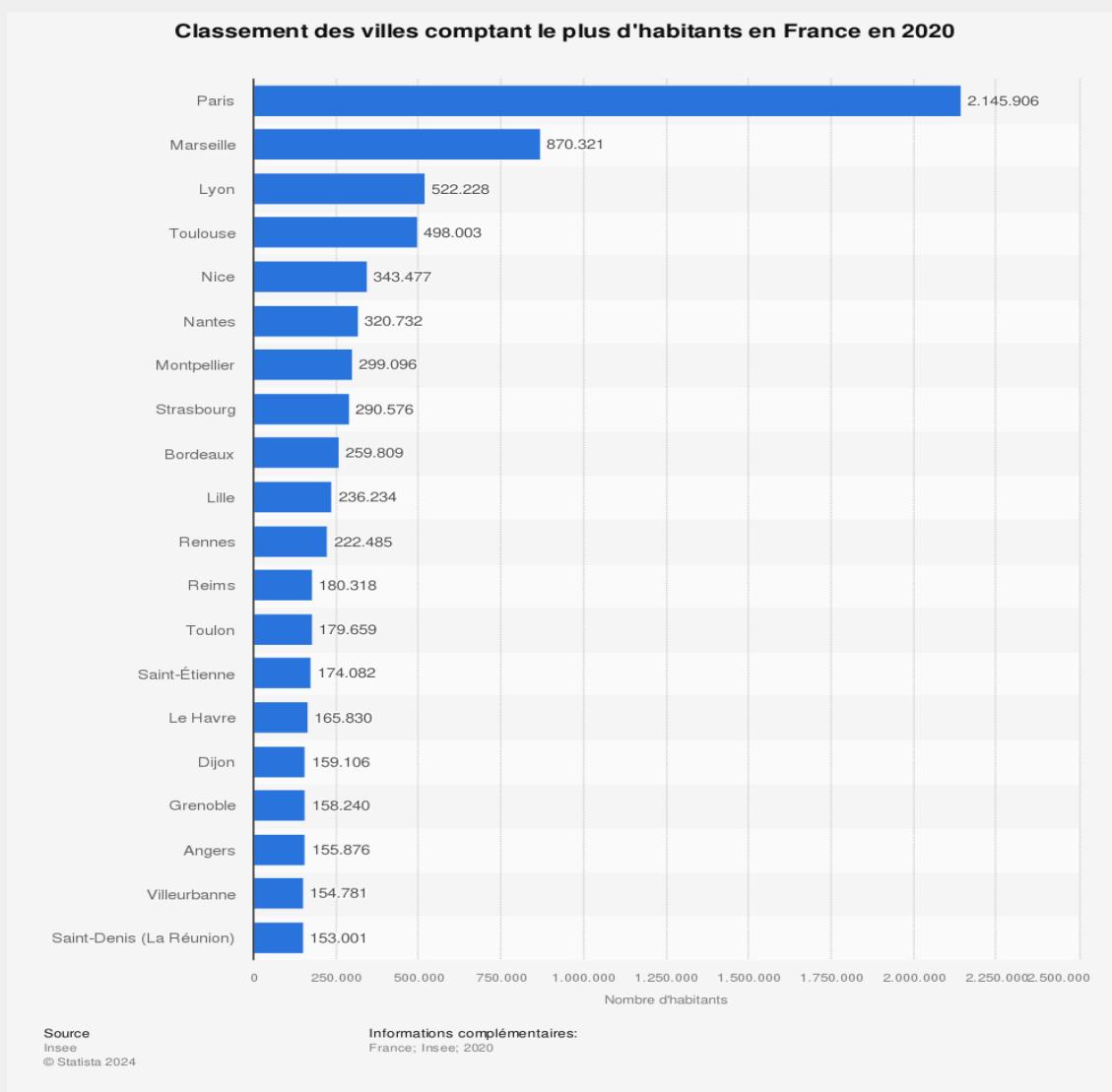


Figure 14. Classement des villes ayant les plus hautes populations en France en 2020.
(source: Statistica)



Ensuite, grâce à cette estimation, nous pouvons nous intéresser à la production de déchets par individus pour estimer la quantité de compost à revaloriser.

Sur ce graphique, nous voyons qu'un individu en France produit environ 60 kg de déchets verts utilisables pour le compost. Nous pouvons donc dimensionner notre centre de collecte pour accueillir environ 9 millions de kg par an, soit 25 tonnes par jour. Sachant qu'il faut environ 500 à 2000 mètres carrés par million de kilogrammes de déchets par an d'après **l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)**. Il nous faudra donc environ **12500 m²**.

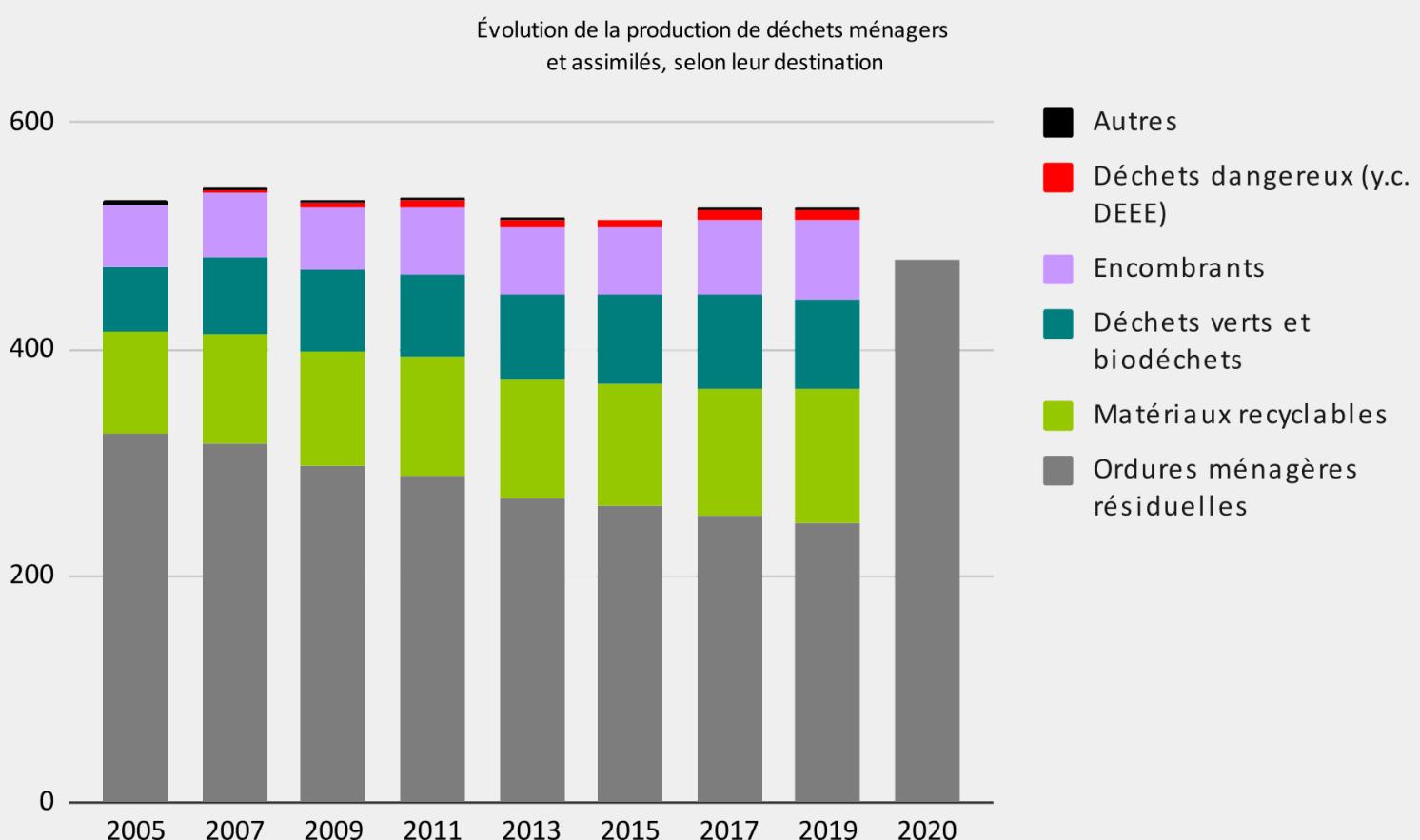


Figure 15. Évolution de la production de déchets ménagers et assimilés selon leur destination (Source : Ademe, enquêtes collecte).

Pour le calcul du prix de la poubelle pour les particuliers ainsi que pour les particuliers, cela fut beaucoup plus simple, car nous connaissons le volume de chaque type de poubelle ainsi que les prix actuel sur le marché des matériaux.

Maintenant, pour l'engrais, on a déjà le prix du compost que l'on obtient gratuitement auprès des particuliers, le carbone naturel s'obtient facilement avec les feuille-morte récupérés auprès des services communaux de la mairie, le fumier pour faire du compost activé se trouve aux alentours de 30 € la tonne et les algues pour ajouter une source de minéraux ont un coût de 45 € la tonne. Pour finir, le brassage coûterait environ 30 000€/an en incluant le coût de fonctionnement des machines.

Poubelle 240L	Plastique recyclé	Liège	Carton HDensité	Plastiques Végétaux
Tarif (50 000 unités)	0.5M€	18M€	1.75M€	1.5M€
Poubelle Pro 1100L	Plastique recyclé	Liège	Carton HDensité	Plastiques Végétaux
Tarif (2500 unités)	112 500€	4.05M€	393 750€	337 500€
Centre de Collecte	Surface	Prix du bâtiment	Prix de la machinerie	Quantité de recyclage annuel
Données numériques	12500 m ²	5M€	2M€	9 000 000 kg
Infinite Engrais	Compost (60%)	Carbone Naturel (20%)	Compost Activé + minéraux (20%)	Brassage et aération (15%)
Tarif (annuel total)	≈0€	1 000€	75 000€	30 000€

Figure 16. Tableau des coûts calculé selon les critères citées

Au final, le coût total du projet approcherait les 10 M € avec un coût annuel de production de 100 000 € seulement pour les matières premières.

À cela, il faut rajouter les salaires de 35 salariés environ ainsi que l'électricité.

D'ailleurs, supposons que ce centre utilise des équipements modernes et relativement efficaces, et qu'il soit situé dans une région où les besoins en chauffage et en climatisation sont modérés. Nous pourrions estimer la consommation électrique moyenne à environ 50 kWh par mètre carré et par an.

Consommation électrique totale $\approx 12\ 000\ m^2 * 50\ kWh/m^2/\text{an}$

Consommation électrique totale $\approx 600\ 000\ kWh/\text{an} (\approx 120\ 000\ €)$

Finalement, on peut aussi rajouter les coûts de transports (0,1€/Kwh) et le financement de la flotte d'une dizaine de véhicules pour compléter la flotte déjà existante de la commune dans laquelle le projet pourrait s'inscrire. Soit respectivement 15 000 € de carburant annuel, ainsi que 400 000 € pour l'achat des 10 camions.

Nous atteignons donc un total de coûts du projet totaux à 10.5 M € avec un coût annuel estimé à 800 000 €. Sachant que nous produirons environ 10 000 tonnes par an, nous devrions vendre la tonne au prix **minimum** de **80 €**.

Vous trouverez sur les deux diagrammes ci-dessous la répartition des coûts totaux et des coûts annuels.

Répartition des coûts initiaux du projet

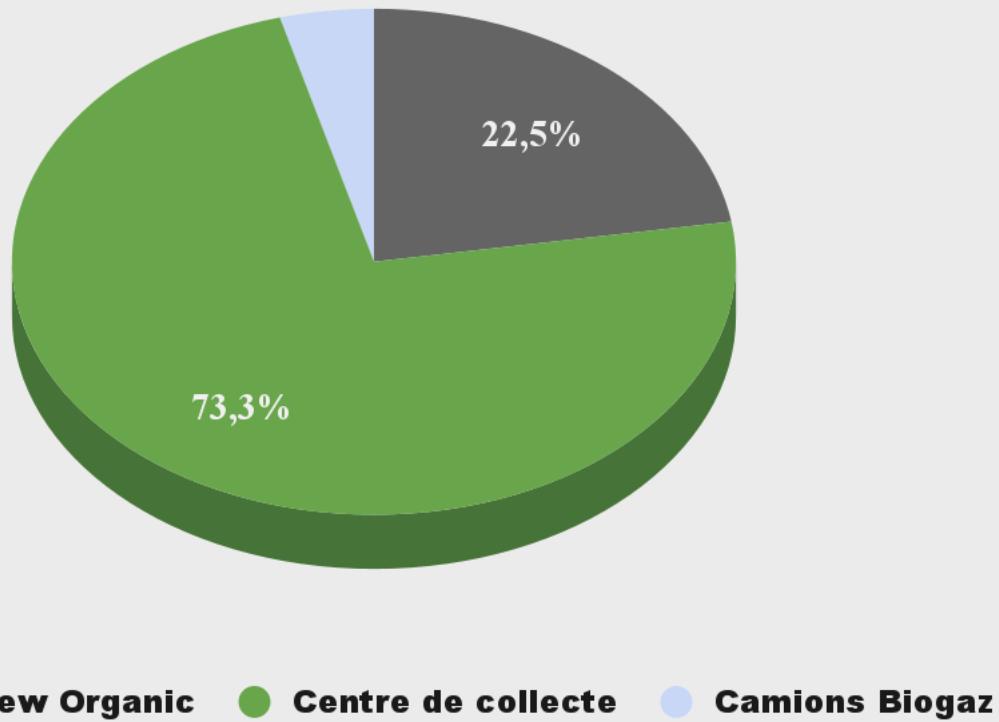


Figure 17. Diagramme circulaire de la répartition des coûts initiaux du projet

Répartition des coûts annuels

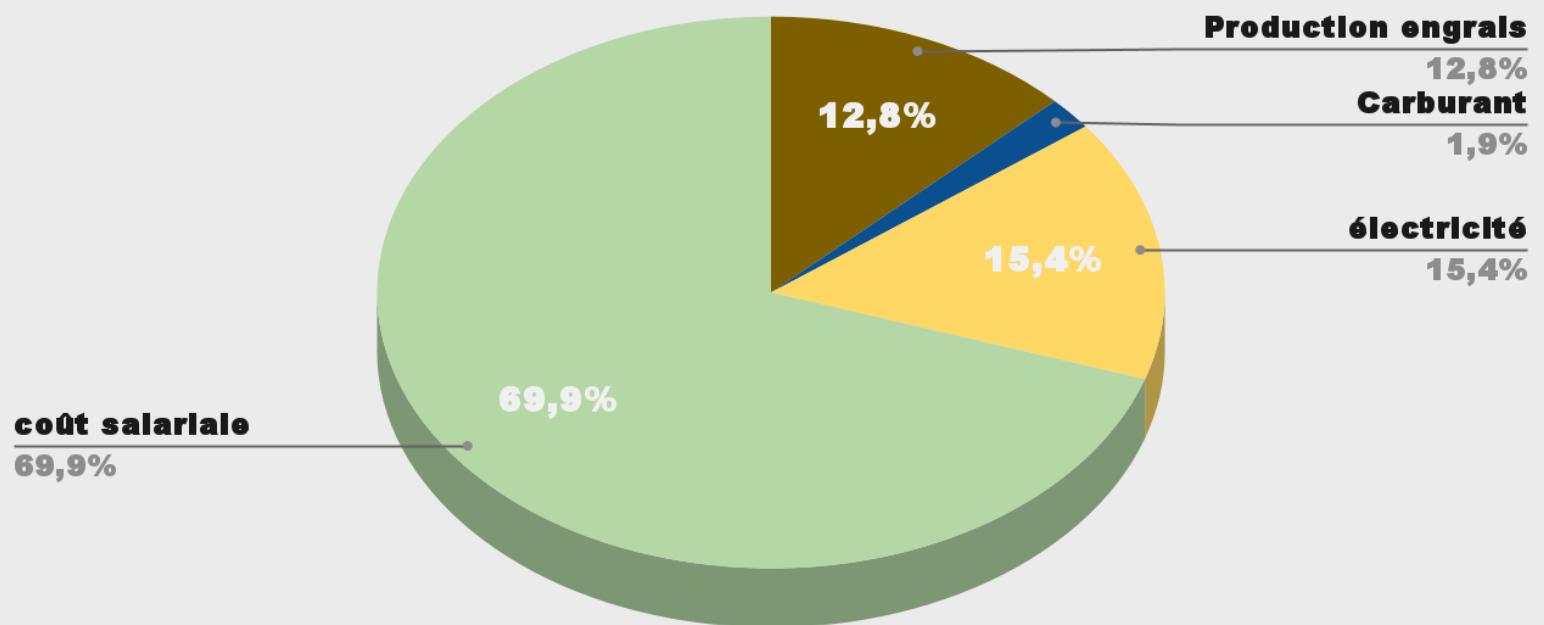


Figure 18. Diagramme circulaire de la répartition des coûts annuels du projet

En conclusion, notre rapport offre une vision complète et détaillée du projet "Infinite Organic", porté par notre équipe "The Twin's", composée d'Alyzée et Killian Blondeau. Ce projet vise à promouvoir l'économie circulaire à travers la valorisation des déchets organiques, en particulier en développant un engrais peu coûteux et respectueux de l'environnement.

À travers une analyse approfondie, notre rapport expose les principes techniques, les étapes de mise en œuvre, les objectifs, ainsi que les aspects économiques et environnementaux du projet. Il propose des solutions innovantes telles que la mise en place de points de collecte collaboratifs, la création d'une poubelle spécifique pour les déchets compostables, et l'établissement de partenariats avec les professionnels du secteur alimentaire.

Le projet "Infinite Organic" offre une réponse concrète aux défis environnementaux actuels, notamment en réduisant les déchets enfouis, en produisant un compost riche en nutriments, et en contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. De plus, il présente des avantages socio-économiques tels que la création d'emplois verts et l'amélioration de la qualité des sols.

En termes de viabilité économique, notre rapport propose une analyse détaillée des coûts associés au projet, ainsi qu'une estimation du prix de vente de l'engrais produit. Cette approche permet d'évaluer la rentabilité financière du projet et d'identifier les investissements nécessaires pour sa mise en œuvre.

En conclusion, notre projet "Infinite Organic" représente une initiative nouvelle de l'économie circulaire, offrant une solution durable pour la gestion des déchets organiques. Notre approche, alliant aspects techniques, économiques et environnementaux, nous permet d'envisager une transition vers une économie plus circulaire et respectueuse de l'environnement dans un horizon proche.

Remerciements :

Ce rapport a été réalisé grâce au soutien de l'École Polytechnique d'Orléans ainsi que du lycée agricole d'Areines.

Il faut toujours viser la lune, car même en cas d'échec, on atterrit dans les étoiles. Oscar Wilde

À nos parents, nos deux soutiens inconditionnels, à nos professeures d'université, à tous ceux qui œuvre pour changer le monde, agissons ensemble pour bousculer notre vision du monde, il n'y pas de petits changements, il n'y a que de l'évolution.

Merci à Eiffage pour leur confiance en l'avenir.



4. Annexe et Sources

Sources:

Diagrammes réalisées sur [Canva](#) (figure 6-8-9-11-13)

Image de [couverture](#)

Image [page 4](#)

[Figure 2](#) et [Figure 3](#)

[Model 3D Figure 4](#)

[Model 3D Figure 5](#)

[Figure 7](#)

Figure 10 by [DALL-E 3](#)

[Figure 12](#)

Graphique [figure 14](#) et [figure 15](#)

[Tableau](#) et [diagrammes](#)

[Icônes des documents](#)

Annexe:



Figure 19. Image du jeu vidéo *Terra Nil*