



RAPPORT D'ACTIVITÉS 2024

Ce document a été produit par la Chaire CoPack.

Les images utilisées sont soit produites par les membres de la Chaire, soit issues d'un site de libre de droits (Canva Pro).

Les images sans description proviennent du site Canva Pro.

Pour plus d'informations, veuillez contacter contact@chairecopack.fr.



SOMMAIRE



04

Édito

05

La Chaire en bref

06

Équipes et partenaires

07

Chiffres de l'année

08

Projets de recherche

16

Bilan financier et ressources



"En 2024, la Chaire CoPack a renforcé son engagement en faveur du développement de solutions innovantes pour des emballages plus durables. Cette année a été marquée par des avancées majeures, illustrant notre volonté d'agir concrètement pour un avenir plus responsable.

Notre équipe s'est considérablement élargie avec le lancement de thèses dédiées à chacun de nos projets. Quatre doctorants sont désormais mobilisés sur des problématiques clés, apportant leur expertise et leur dynamisme pour enrichir le travail scientifique mené. De plus, un accord de collaboration a été conclu avec l'Université du Michigan (USA) afin de coordonner les efforts pour réduire la pollution plastique.

Grâce aux conférences et aux formations organisées, plus de 300 professionnels ont été sensibilisés cette année à l'impact environnemental des emballages et à la nécessité d'adopter des mesures concrètes pour en réduire l'empreinte.

Sandra Domenek, Directrice de la Chaire CoPack

L'année 2025 s'annonce tout aussi prometteuse. Nos doctorants poursuivront leurs travaux pour fournir des résultats concrets et des outils d'aide à la décision, visant à optimiser les fonctionnalités et la fin de vie des emballages. Les actions de sensibilisation auprès des professionnels se poursuivront pour encourager des changements durables.

Par ailleurs, le développement des collaborations internationales sera une priorité, avec pour objectif de valoriser le travail de la Chaire à travers des actions d'enseignement auprès de l'ESPOL, première école d'ingénieurs d'Équateur, et de l'Université de Nairobi, la plus grande université du Kenya.

De nouveaux événements, vidéos et rapports viendront enrichir nos initiatives afin de mobiliser toujours plus d'acteurs autour de cette cause essentielle. Restez connectés pour suivre nos avancées et nos actions à venir !"

"Cette année, la Chaire CoPack s'est naturellement installée dans le paysage scientifique, académique, médiatique et industriel, elle est incontournable. Elle puise sa force dans le soutien sans faille de ses partenaires et l'engagement de toute l'équipe scientifique aux expertises très complémentaires. Ces forces vives font de cette Chaire un lieu unique de coopération qui permet de faire coïncider les objectifs scientifiques avec les réalités de terrain au service de l'intérêt général : coconstruire la filière emballage pour en limiter les impacts.

Margaux Morin Diakhaby, Déléguée générale de la Fondation AgroParisTech

Chaque chaire avance à vive allure dans son domaine, mais un besoin de renforcer les synergies se fait sentir : aller plus loin dans la collaboration, la mutualisation des ressources, des outils, des pratiques, ainsi que dans la réflexion stratégique.

La dynamique interchaires enclenchée cette année avec la Fondation marque un nouveau cap. Elle contribue à "décloisonner les silos", tout en renforçant la coopération, la solidarité et l'innovation pour répondre aux grands enjeux écosystémiques."





La Chaire CoPack a pour mission d'éclairer les acteurs économiques de la filière agroalimentaire sur les problématiques liées aux emballages et d'identifier des solutions pertinentes en s'appuyant sur des activités de recherche et des données scientifiques objectives.

UNE INITIATIVE POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Dans un contexte où la réduction de l'empreinte environnementale devient urgent, Sandra décide de passer à l'action. En 2021, elle propose à la Fondation AgroParisTech de créer une chaire partenariale avec pour mission de fédérer experts, industriels, agents publics et associations autour d'un objectif commun : favoriser le travail collaboratif pour trouver des solutions concrètes aux enjeux environnementaux de la filière d'emballages alimentaires. Depuis sa création, la Chaire CoPack a rassemblé des acteurs clés, tous animés par la volonté de coconstruire un avenir plus responsable.

UN NOM FÉDÉRATEUR

Pour la nommer, quoi de mieux qu'un nom porteur de sens et fidèle à sa mission : "Co", pour collaboration – symbole d'un effort collectif, et "Pack", pour packaging – au cœur des enjeux abordés. La Chaire CoPack incarne ainsi l'idée de repenser ensemble les emballages afin de réduire leur impact environnemental, tout en préservant leurs fonctions essentielles : conservation, protection et distribution des aliments. Un mandat de cinq ans renouvelables a été attribué à la Chaire : le bon pas de temps entre la recherche et l'application concrète.

UN MODÈLE UNIQUE DE COLLABORATION

La Chaire CoPack se distingue par son rôle de catalyseur où des acteurs habituellement éloignés coopèrent : un fabricant de matières premières dialoguant avec un agent de traitement de fin de vie des déchets par exemple. Des discussions essentielles pour développer une vision holistique pour répondre aux enjeux.

Un autre aspect singulier de cette initiative demeure dans son fonctionnement basé sur le mécénat. Les partenaires mettent à disposition leurs ressources économiques, leurs infrastructures et leurs terrains pour des expérimentations et des recherches, sans contrepartie. **Ce mode de fonctionnement favorise une recherche indépendante et désintéressée, entièrement axée sur des avancées scientifiques au service de la transition écologique.**

DES PROGRÈS PROMETTEURS À L'HORIZON

Trois ans après sa création, la Chaire rassemble aujourd'hui quatre doctorants, dix chercheurs et onze partenaires engagés. Nos projets s'articulent autour de deux grands axes : les fonctions des emballages et leur fin de vie. Ces recherches ne se limitent pas à des études fondamentales, mais se concentrent sur des applications concrètes, testées sur des terrains spécifiques, afin de produire des résultats tangibles et des outils pratiques.

Trois outils d'aide à la décision, innovants, sont en cours de développement : un outil permettant de choisir le meilleur emballage en fonction de la durée de vie des aliments, des conditions climatiques et logistiques ; un autre destiné aux agents de traitement des déchets pour identifier le procédé ayant le plus faible impact environnemental pour gérer les biodéchets et les déchets d'emballages ; enfin, un outil visant à optimiser et massifier le réemploi sur le territoire français.

Les équipes développent également le concept d'un double emballage, essentiel pour remplacer les emballages non recyclables dans les pays disposant d'une infrastructure limitée pour la gestion des déchets.

Nos expérimentations dans le domaine des biopolymères, une première en France, ont permis de valider scientifiquement l'efficacité du traitement conjoint des emballages compostables et des biodéchets dans les procédés de compostage industriel à grande échelle. Ces résultats pourraient contribuer à l'essor de la nouvelle filière des biodéchets intégrant les emballages compostables.

La Chaire s'étend désormais au-delà de la France : Madagascar, le Kenya et les États-Unis sont les pays où nos projets se développent.

Ces initiatives promettent d'apporter des solutions innovantes dans les deux à trois prochaines années, capables de réduire l'empreinte environnementale des emballages alimentaires tout en optimisant leurs performances.

ÉQUIPE ET PARTENAIRES

L'équipe de la Chaire est pluridisciplinaire, rassemblant des expertises issues de différentes sciences. Une équipe permanente assure son bon fonctionnement et la coordination des projets de recherche, en lien avec des doctorants, des collaborateurs ponctuels ainsi que des partenaires issus de différents maillons de la filière.

MEMBRES PERMANENTS



Sandra Domenek

Professeure à AgroParisTech et membre de l'UMR SayFood, Sandra est experte en sciences des matériaux, avec un intérêt particulier pour les relations structure-fonction des polymères et le développement de polymères biodégradables. Elle est la fondatrice de la Chaire et pilote le projet "Océan".



Margaux Morin Diakhaby

Margaux est la déléguée générale de la Fondation AgroParisTech. Depuis l'origine de la création de ce cadre multipartenarial, Margaux apporte son expertise dans la structuration et la gestion de la Chaire au quotidien.



Ejsi Hasanbelliu

Coordinatrice générale de la Chaire, Ejsi est responsable du fonctionnement du dispositif. Elle supervise la mise en place de la feuille de route de la chaire, les relations partenariales, ainsi que la communication stratégique.



Emmanuelle Gastaldi

Maître de conférences à l'Université de Montpellier et membre de l'UMR IATE, Emmanuelle est spécialiste en biopolymères et polymères biodégradables. Elle supervise les travaux du projet "Minéral", consacré aux modes de valorisation organique des matériaux d'emballage alimentaire.



Gwenola Yannou-Le Bris

Professeure à AgroParisTech, l'expertise de Gwenola porte sur la gestion de l'innovation et de l'éco-conception au sein des chaînes de valeur, depuis la production des matières premières jusqu'à la fin de vie ou d'usage des produits. Elle dirige les travaux du projet "Lichen".



Felipe Buendia

Chercheur à INRAE, ses travaux de recherche portent sur la conception systémique de procédés adaptés aux dynamiques de la bioéconomie territoriale. Responsable du projet "Ocre", il mobilise l'évaluation de la durabilité en s'appuyant sur la modélisation et l'optimisation des procédés.

COLLABORATEURS ET DOCTORANTS



Marie-Noëlle Maillard
Professeure
AgroParisTech
Projet "Océan"



Sandra Helinck
Enseignante-chercheuse
AgroParisTech
Projet "Océan"



Rafael Auras
Professeur
Michigan State University
Projet "Minéral"



Juliana Serna Rodas
Chercheuse
INRAE
Projet "Lichen"



Mirantsoa Andriamahefa
Doctorante
Gret - AgroParisTech
Projet "Océan"



Cheick Abou Coulibaly
Doctorant
AgroParisTech
Projet "Minéral"



Juan Sebastián Flores
Doctorant
AgroParisTech
Projet "Lichen"



Christian Ottini
Doctorant
AgroParisTech
Projet "Ocre"

PARTENAIRES





La valorisation des travaux de la Chaire est une action phare pour diffuser au plus grand nombre les connaissances générées, les rendre accessibles à tous les publics et sensibiliser les acteurs de la filière. Découvrez en chiffres les événements clés de la Chaire en 2024.

4

DOCTORANTS

La Chaire compte quatre doctorants, chacun travaillant sur une thèse liée à un projet de recherche. Spécialisés dans divers domaines, ils apportent leur expertise en sciences de la filière emballage : outils d'aide à la décision, durée de vie des aliments, ou encore biodégradation des matériaux.

2

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Il s'agit du nombre d'articles publiés dans des revues scientifiques. Ces publications dévoilent les résultats de nos études et expérimentations menées dans le cadre de nos projets. Pour en savoir plus, vous pouvez consulter la synthèse des publications dans les pages suivantes ainsi que leur intégralité dans les revues *Bioresource Technology* et *Data in Brief*.

+300

PROFESSIONNELS

Des professionnels issus d'entreprises de toutes tailles (TPE, PME, ETI et start-ups) ont participé à nos sessions d'information.

En collaboration avec différents acteurs de la filière, la Chaire a organisé quatre événements sur diverses thématiques liées aux emballages. Ces rencontres - colloques, webinaires et workshop - avaient pour objectif d'informer et de sensibiliser les professionnels de l'agroalimentaire aux enjeux des emballages, à leur conformité avec les réglementations en vigueur, ainsi qu'aux derniers projets innovants.

10

RENCONTRES ACADÉMIQUES ET SCIENTIFIQUES

C'est le nombre de congrès et de conférences auxquels des membres de la Chaire ont participé pour valoriser leurs travaux de recherche. Ces interventions ont eu lieu en France et à l'international.

13

RETOMBÉES MÉDIATIQUES

Des articles de presse, des médias et des invitations sur les plateaux médias ont été diffusés sur la Chaire et nos projets.

3

CONSULTATIONS PUBLIQUES

Tout au long de l'année, la Chaire a participé à diverses sessions de consultation publique et d'expertise auprès de l'ADEME, de l'Élysée et du Ministère de l'Agriculture. L'objectif de ces échanges était de présenter les dernières études et les résultats de nos recherches sur la fin de vie de certains matériaux d'emballage, afin de tenir les législateurs informés de ces avancées.

PROJET DE RECHERCHE LICHEN

Réduire les emballages par le réemploi dans le cadre des circuits logistiques



"Initié en 2022, le projet "Lichen" a pour objectif d'évaluer les impacts environnementaux, économiques, humains et organisationnels du passage d'un système logistique linéaire à un système circulaire basé sur l'adoption des emballages réemployables. Les travaux du projet sont menés en collaboration avec Juliana Serna Rodas, chercheuse en Éco-innovation des itinéraires technologiques pour une bioéconomie circulaire au sein d'INRAE."

Gwenola Yannou-Le Bris, Responsable du projet "Lichen"

L'ÉCOSYSTÈME DU RÉEMPLOI DES EMBALLAGES SECONDAIRES ET TERTIAIRES DANS LES CIRCUITS LOGISTIQUES

Les emballages secondaires et tertiaires utilisés dans les chaînes logistiques représentent un levier stratégique pour remplacer les emballages jetables par des alternatives réemployables.

L'écosystème du réemploi regroupe l'ensemble des acteurs, pratiques et infrastructures qui soutiennent les différentes étapes du cycle de vie des emballages réemployables. Celui-ci commence avec la production des matériaux et s'étend jusqu'aux opérations de nettoyage et de remise en circulation des contenants, leur conférant ainsi plusieurs cycles de vie avant de partir en recyclage.

Quelles sont les capacités des installations existantes ? Quelles opportunités et limites posent les réglementations sur le réemploi des emballages ? Quelles organisations et gouvernances sont adoptées au sein de ces boucles de réemploi ? Où sont localisés les sites de nettoyage des contenants, et comment sont-ils répartis sur le territoire national ? Quels matériaux sont actuellement mobilisés par les solutions de réemploi ?

L'équipe du projet a réalisé un guide pour répondre ainsi à des questions majeures posées aux professionnels souhaitant intégrer des solutions de réemploi dans leurs activités. Ce guide identifie également de nouvelles opportunités pour les acteurs envisageant de se lancer dans l'entrepreneuriat du réemploi, en encourageant la massification de ces solutions et le développement de nouveaux sites de nettoyage.



DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LA CONCEPTION DES BOUCLES DE RÉEMPLOI DES EMBALLAGES

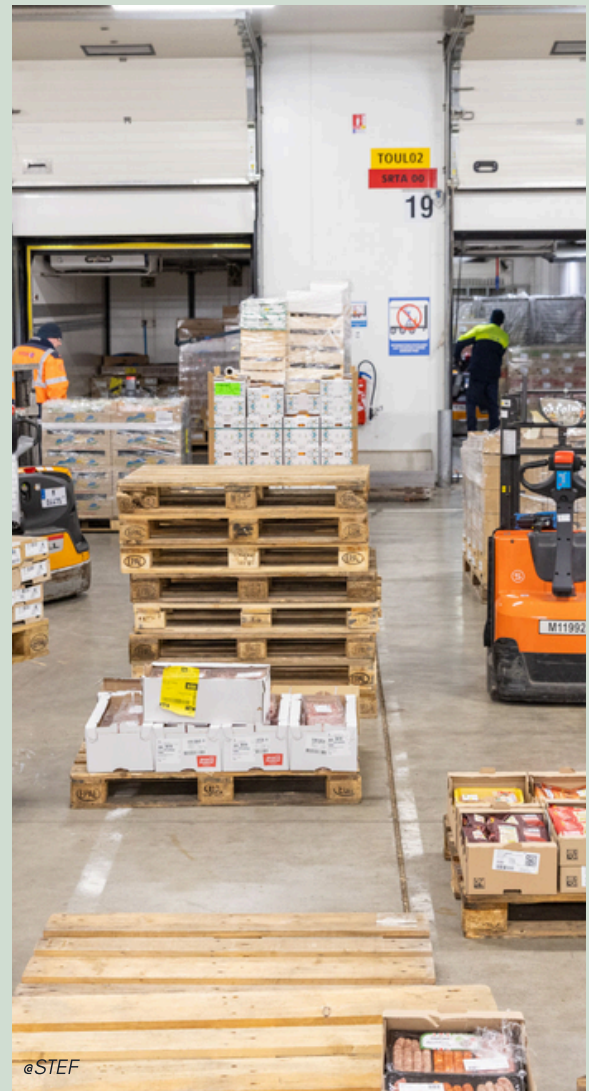
Le développement des boucles de réemploi nécessite des solutions optimisées sur le plan environnemental et économique, ainsi que des conditions de nettoyage garantissant à la fois la sécurité sanitaire et des performances d'usage au moins équivalentes aux solutions existantes.

La Chaire a accueilli en octobre 2024 un doctorant, Juan Sebastian Flores Rodriguez (2024 - 2027) pour travailler sur le sujet.

L'objectif scientifique de cette thèse est double. Le premier aspect est la construction d'un outil d'aide à la conception qui permettra d'évaluer et de comparer dans des temps courts les performances sociales, économiques et environnementales de boucles de réemploi selon des scénarios alternatifs. Ces alternatives seront basées sur des variables telles que les distances parcourues, les matériaux des emballages, le nombre d'emballages dans les boucles, les conditions de nettoyage... Le second aspect est le développement d'une méthode d'accompagnement des acteurs privés et territoriaux pour la co-conception de ces boucles de réemploi.

L'outil d'aide à la décision développé, dans un premier temps, sera mobilisé au cours d'ateliers de co-conception réunissant les acteurs du terrain et nos partenaires afin d'établir l'aide que son utilisation peut apporter dans de telles démarches. L'enjeu sera notamment au cours de ces ateliers de mesurer si le support de tels outils permet de modifier la nature ou la hiérarchie des arbitrages qui se jouent autour des compromis de bénéfices : sécurité, coût, environnement, bien-être social.

L'objectif du travail à conduire ici n'est pas de produire un outil d'aide à la décision du type jumeau numérique permettant le pilotage d'une installation, mais bien de venir en support à des collectifs d'acteurs qui doivent faire les choix de concevoir des nouvelles installations dans un cadre entaché d'incertitude. Dans ce contexte, la méthodologie d'accompagnement à développer doit aider les différents acteurs (éco-organismes, industriels, politiques publiques) à appréhender les dimensions systémiques des décisions qu'ils ont à prendre et les aider à construire des espaces de décision enrichis des connaissances de chacun.



L'évolution réglementaire européenne très ambitieuse en termes d'objectifs d'utilisation des contenants réemployables dans l'emballage pousse vers la mise en place rapide des boucles de ré-usage, prises en charge par des acteurs privés (éco-organismes, laveurs, logisticiens...). Des nouveaux métiers dans la gestion des boucles seront créés pour lesquels les livrables de la thèse seront un atout extrêmement important.

Une collaboration solide soutiendra la thèse à travers des collaborations régulières avec le logisticien STEF et le soutien de l'éco-organisme Léko, partenaires de la Chaire CoPack.

PROJET DE RECHERCHE OCÉAN

Écoconcevoir des alternatives aux emballages non recyclables

"Ce projet vise à remplacer les emballages non recyclables par des solutions minimalistes compostables ou/et réemployables spécifiquement conçues pour la distribution d'aliments en unidose. Ces alternatives sont particulièrement adaptées aux pays souffrant d'un manque d'infrastructures pour la gestion de déchets, permettant de maintenir la qualité de l'aliment pendant des durées de vie adaptées au regard du besoin des consommateurs, en tenant compte des climats tropicaux et des spécificités logistiques locales. Les travaux du projet sont coordonnés en collaboration avec Marie-Noëlle Maillard, professeure en sciences des aliments à AgroParisTech et Sandra Helinck, enseignante-chercheuse en microbiologie des aliments à AgroParisTech."

Sandra Domenek, Responsable du projet "Océan"





ÉCOCONCEPTION DE SYSTÈMES INTÉGRÉS D'EMBALLAGE ET DE DISTRIBUTION GARANTISSANT LA QUALITÉ ET LA SÉCURITÉ DE POUDRES ALIMENTAIRES

Dans le cadre de la transition vers des emballages durables, l'équipe du projet a initié une thèse avec Mirantsoa Andriamahefa (2024 - 2027) sur l'écoconception d'un système de double emballage pour remplacer par des emballages biodégradables, les emballages multicouches non recyclables utilisés dans la distribution alimentaire à Madagascar. Ce nouvel emballage doit répondre à des exigences strictes en matière de conservation des aliments, en garantissant la sécurité sanitaire et la préservation des qualités nutritionnelles des poudres alimentaires tout au long de leur stockage. Les poudres alimentaires étudiées ont une durée de vie de 12 mois pour les ventes au détail et de 3 mois pour la distribution institutionnelle ou dans des restaurants pour bébés.

Concept du double emballage

L'idée centrale est de tester la faisabilité d'un système combinant deux contenants distincts, remplissant ensemble les mêmes fonctions que l'emballage multicouche actuel. Le premier serait un emballage primaire biodégradable, en contact direct avec le produit, destiné à être composté après usage. Cette unité serait vendue au consommateur. Le second est un emballage secondaire réutilisable, conçu pour assurer la conservation et la sécurité du produit pendant le stockage et le transport.

Ce système permet de transférer certaines fonctions essentielles, comme la barrière à l'humidité ou à l'oxygène, vers l'emballage secondaire. En cas de non-collecte des déchets, la biodégradabilité de l'emballage primaire minimiserait les impacts environnementaux, même si sa dégradation serait plus lente dans des conditions naturelles de faible humidité et chaleur que dans des conditions de compostage contrôlées. Ce projet ambitieux ouvre la voie à une distribution alimentaire respectueuse de l'environnement à Madagascar en intégrant à la fois les impératifs écologiques et les réalités économiques des populations locales.

Avancées

La thèse a débuté en avril 2024 par une étude bibliographique approfondie explorant plusieurs axes. L'analyse des mécanismes de dégradation physico-chimiques et microbiologiques des poudres infantiles a permis d'identifier des marqueurs de dégradation pertinents, tels que la vitamine E, la pression partielle en oxygène, l'activité de l'eau et le pH, ainsi que des microorganismes à surveiller (flores aérobies mésophiles totaux, levures et moisissures). Un état de l'art des modèles mathématiques existants pour prédire la durée de vie des aliments a également été réalisé.

Ce travail, complété par un projet d'étudiant en master, a mis en évidence la rareté des modélisations disponibles dans ce domaine.

Sur la base de ces résultats, un protocole d'étude de vieillissement de poudres infantiles produites à Madagascar a été élaboré. Il vise à évaluer l'efficacité protectrice de différents systèmes d'emballage face aux conditions tropicales. Les expérimentations, réalisées au sein des laboratoires de l'UMR SayFood, sont menées dans une enceinte climatique reproduisant les conditions de distribution et de stockage (température, humidité relative et exposition à la lumière, contrôlées). Des prélèvements sont effectués régulièrement afin de suivre les cinétiques de dégradation des poudres.

L'étude compare plusieurs types d'emballages, incluant l'emballage multicouche actuel, des matériaux d'emballage alimentaire couramment présents sur le marché, des matériaux biodégradables fournis par les mécènes de la Chaire CoPack (GBCC et Novamont) et un système de double emballage. Parallèlement à cette étude de vieillissement, les perméabilités à la vapeur d'eau et à l'oxygène de ces emballages ont été mesurées.

Les premiers résultats suggèrent un réel potentiel pour l'utilisation des emballages biodégradables en tant qu'emballage primaire pour la poudre infantile. L'efficacité du système de double emballage a également été observée.

L'étude au laboratoire se poursuit afin d'évaluer l'efficacité des emballages sur un plus long terme et de comprendre les résultats obtenus au regard des propriétés des matériaux. Par ailleurs, la méthodologie d'évaluation environnementale et sociale du concept initial et des nouvelles alternatives sera progressivement structurée et conduite au fil des avancées expérimentales.

PROJET DE RECHERCHE MINÉRAL

Tester et valider les modes de valorisation organique des déchets d’emballages ménagers



“Le projet “Minéral” vise à évaluer la fin de vie de différents matériaux d’emballage, notamment les emballages en plastique certifiés compostables, à travers des expérimentations à l’échelle de laboratoire et/ou à grande échelle. Les procédés considérés pour ces expérimentations sont le compostage industriel et la méthanisation. Ce projet est coordonné en collaboration avec Sandra Domenek et Rafael Auras, Professeur à Michigan State University.”

Emmanuelle Gastaldi, Responsable du projet “Minéral”

Photo prise lors de l’expérimentation en conditions réelles à Aspiran, 2023



COMPOSTAGE INDUSTRIEL À GRANDE ÉCHELLE DES EMBALLAGES ALIMENTAIRES CERTIFIÉS COMPOSTABLES

L'équipe du projet a lancé en 2022 une expérimentation sur la performance de la biodégradation des emballages certifiés compostables, mélangés avec des biodéchets, dans le site de compostage industriel du Syndicat Centre Hérault situé à Aspiran. Les résultats de cette étude ont été validés et acceptés en avril 2024 par des pairs scientifiques pour être publiés dans la revue scientifique *Bioresource Technology*.

Résultats en bref

Nos chercheurs ont réalisé une expérimentation de compostage industriel à grande échelle utilisant différents matériaux certifiés compostables à une concentration réaliste, directement mélangés aux biodéchets. L'étude compare deux lots de compost, l'un témoin et l'autre contenant 1,28 % de plastiques compostables, et analyse leur dégradation sur une période de quatre mois.

La cinétique de désintégration et de biodégradation est cohérente avec les temps de compostage industriels utilisant la technologie des andains en plein air (la plus simple). Une perte de masse de 98 % des matériaux en moins de quatre mois, mais le devenir des résidus reste à étudier. La sécurité du compost et la qualité agronomique sont conformes à la norme NF U44-051 et aux exigences de l'agriculture biologique. Les analyses sur l'écotoxicité aiguë (vers de terre, daphnies) ne révèlent aucun effet du compost des matériaux, ni de phytotoxicité. Il y a un effet positif significatif du compost des matériaux sur la croissance des plantes (orge).

Les résultats concluent que les matériaux compostables certifiés se dégradent efficacement dans un environnement industriel dans des conditions réelles, en conformité avec la norme EN 13432, même avec une concentration de plastiques surestimée.

Les données générées et traitées lors l'expérimentation ont été publiées dans la revue *Data in Brief*.

Étude du devenir des fragments de plastiques compostables dans les sols agricoles

Les plastiques biosourcés compostables représentent une innovation majeure en permettant de réduire l'impact environnemental des emballages plastiques à usage unique.

Congus pour être traités avec les biodéchets, ces matériaux peuvent contribuer à améliorer la collecte et la valorisation des déchets organiques par compostage et/ou digestion organique dans l'Union européenne et au-delà. Cependant, leur déploiement à grande échelle se heurte à de nombreuses réticences, notamment de la part des professionnels en charge de la gestion des biodéchets.

Bien que les plastiques certifiés compostables puissent se biodégrader en conditions de compostage industriel, certaines conditions non optimales peuvent entraîner une dégradation incomplète, générant ainsi des microplastiques.

Dans le cadre du projet, l'équipe a recruté Cheick Abou Coulibaly pour poursuivre une thèse (2025 - 2028).

Les objectifs de la thèse sont de comprendre et évaluer la probabilité de formation de microplastiques compostables en fonction des procédés de compostage typiquement utilisés en France et aux États-Unis. La thèse va également déterminer la cinétique de dégradation et les impacts environnementaux des plastiques compostables dans le sol, en se concentrant sur les communautés microbiennes et la phytotoxicité.

PROJET DE RECHERCHE OCRE

Évaluer les meilleurs scénarios pour la gestion des biodéchets et déchets d’emballages ménagers



“Ce projet vise à développer un outil original d’aide à la décision qui permettra de comparer, de manière dynamique, différents procédés de traitement des biodéchets : compostage et méthanisation. Ces procédés sont mis en comparaison avec une situation dans laquelle les biodéchets seraient mal triés et se retrouveraient dans les ordures ménagères résiduelles, entraînant ainsi leur incinération. L’outil fournira de l’aide en prenant en compte des critères d’évaluation environnementale, économique et sociale.”

Felipe Buendia, responsable du projet “Ocre”



MODÉLISATION DES PROCÉDÉS PRINCIPAUX DE TRAITEMENT DES BIODÉCHETS

La Chaire a accueilli en février 2024 un doctorant, Christian Ottini (2024 - 2027) pour travailler sur le sujet.

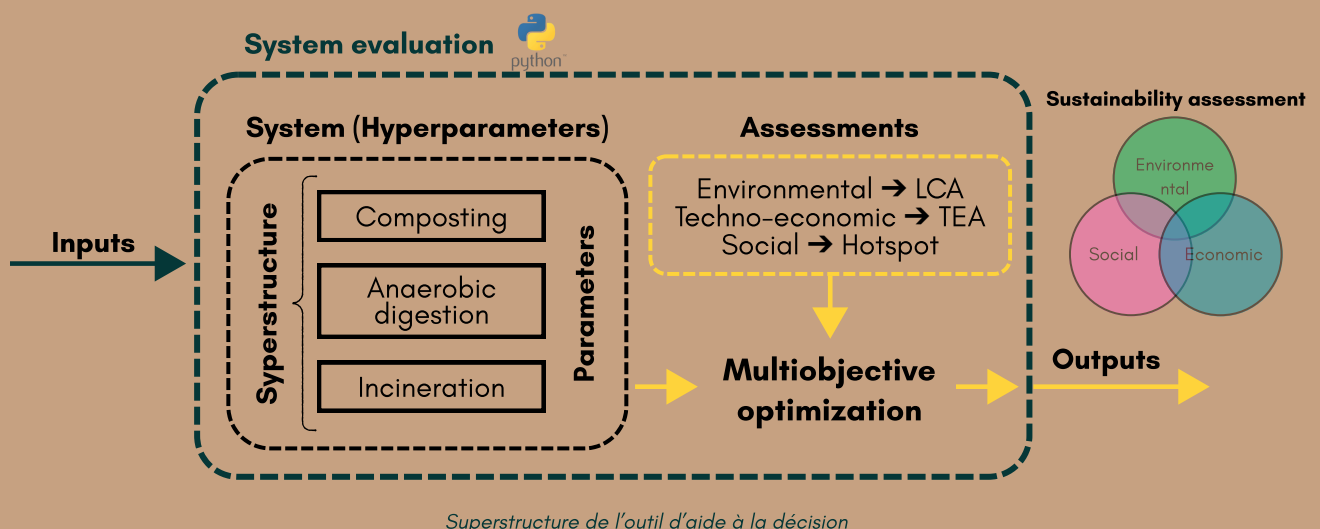
Dans le cadre de l'amélioration de la gestion des biodéchets, une première étape a consisté à analyser et modéliser les principaux procédés d'intérêt pour sa valorisation en région parisienne : 1) le compostage, 2) la digestion anaérobie et 3) l'incinération.

Dans ce contexte, un jumeau numérique du procédé de compostage est en cours de développement, intégrant une modélisation fine des multiples phénomènes impliqués : transfert de matière et de chaleur, dégradation microbiologique, croissance et décès cellulaire, entre autres. Ce modèle permet de simuler le comportement du compostage dans différentes conditions et d'évaluer ses performances en fonction des paramètres clés influençant le procédé. Une caractérisation approfondie des biodéchets a été réalisée pour développer un modèle de contribution capable de représenter cette matrice complexe dans un simulateur de procédé.

Différents scénarios ont été étudiés, prenant en compte la variation de paramètres liés à la qualité des biodéchets ainsi qu'aux conditions du procédé de compostage. L'ensemble du modèle est en cours de validation à partir de données issues d'une expérimentation à l'échelle industrielle, garantissant ainsi la fiabilité des résultats.

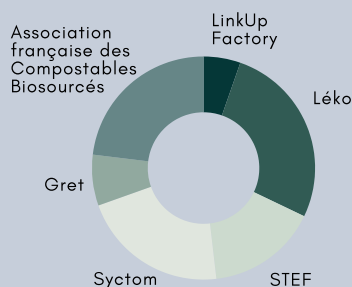
Grâce à cette approche, le jumeau numérique permet d'explorer, en temps réel, les différentes phases du compostage : mésophile, thermophile et maturation. Les résultats ont mis en évidence que la production de dioxyde de carbone (CO_2) est directement proportionnelle à la teneur en protéines des biodéchets, inversement proportionnelle à la quantité de matières grasses et faiblement dépendante de la concentration en hydrates de carbone. Les résultats de l'analyse du compostage sont intégrés à l'évaluation systémique du système de traitement des déchets, comme illustré ci-dessous.

Ce jumeau numérique constitue ainsi un outil puissant pour explorer divers paramètres du procédé à travers la simulation de différents scénarios. Ces analyses permettront d'affiner les configurations possibles du compostage, tout en les articulant avec une évaluation multicritère de la durabilité, prenant en compte ses trois piliers : économique, environnemental et social.



BILAN FINANCIER ET RESSOURCES

FINANCEMENT



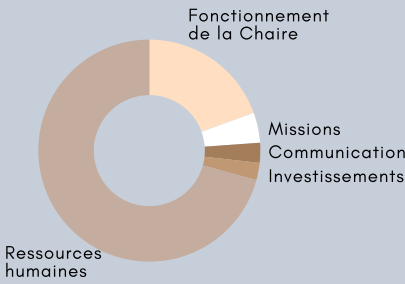
Dons
187 378 €

Frais de fonctionnement
Fondation AgroParisTech (15%)
28 106 €

Trésorerie 2023
74 936 €

Total disponible
234 207 €

RÉPARTITION DES DÉPENSES PAR CATÉGORIE



Total débits
170 884 €

Reliquat 2024
63 323 €

RESSOURCES

Publications scientifiques

- [“Development of performing biodegradable and biobased food packaging by the valorization of agricultural by-products”](#), Sandra Domenek, *Congrès International des Sciences des Aliments et de l'Environnement (IFCES 24)*, Maroc, janvier 2024
- Meilleur prix du Poster [“Development of biodegradable packaging ensuring quality and safety of infant food powders distributed in Madagascar”](#), Mirantsoa Andriamahafa, *Congrès International des Sciences des Aliments et de l'Environnement (IFCES 24)*, Maroc, janvier 2024
- [“Degradation and environmental assessment of compostable packaging mixed with biowaste in full-scale industrial composting conditions”](#), Emmanuelle Gastaldi, Felipe Buendia, Paul Greuet, Zineb Benbrahim Bouchou, Anir Benihya, Guy Cesar, Sandra Domenek, *Bioresource Technology*, Volume 400, mai 2024
- [“Methodological development for quantifying transient degradation products of biodegradable plastics in compost. Detection and quantification of biodegradable nano- and micro-plastics in biowaste compost”](#), Cheick Abou Coulibaly, Paul Greuet, Sandra Domenek, Emmanuelle Gastaldi, *Rencontres du GDR Plastiques Environnement Santé*, Marseille, juin 2024
- Poster [“Analysis of µPlastics Pollution in the Mediterranean Sea using µFT-IR Analysis”](#), Christian Ottini, *Viellissement des Polymères (VIP 2024)*, Saint-Valéry-en-Caux, juin 2024
- [“Degradation and environmental assessment of compostable packaging mixed with biowaste in full-scale industrial composting conditions”](#), Emmanuelle Gastaldi, *9th International Conference on Bio-based and Biodegradable Polymers (Biopol 2024)*, Portugal, juillet 2024
- [“Critical Insights into the Barrier Performance of Polylactide \(PLA\) for Sustainable Packaging Applications”](#), Sandra Domenek, *9th International Conference on Bio-based and Biodegradable Polymers (Biopol 2024)*, Portugal, juillet 2024
- [“Detection and Quantification of biodegradable nano and microplastics in biowaste compost”](#), Cheick Abou Coulibaly, Sandra Domenek, Paul Greuet, Emmanuelle Gastaldi, *9th International Conference on Bio-based and Biodegradable Polymers (Biopol 2024)*, Portugal, juillet 2024
- [“Towards Sustainable Household Organic Waste Management : Modeling and Analysis”](#), Christian Ottini, *Société Française de Génie des Procédés (SFGP)*, Deauville, octobre 2024
- [“Data on behavior and environmental impact of compostable packaging materials in full-scale industrial composting conditions”](#), Emmanuelle Gastaldi, Felipe Buendia, Paul Greuet, Sandra Domenek, *Data in Brief*, Volume 57, décembre 2024

Événements organisés

- Webinaire [“Impact de l'évolution législative sur les emballages pour les start-ups”](#), Chaire CoPack, Chambre de commerce et d'industrie (CCI), FoodTech, AgroAlia, 23 avril 2024
- Colloque [“Emballage alimentaire : Innovations, durabilité et perspectives”](#), Chaire CoPack, Euramaterials, Association Nationale des Industries Alimentaires (ANIA), 24 mai 2024 (Replay)
- Journée workshop [“Emballages de demain”](#), Chaire CoPack, 18 juin 2024
- Colloque, [“Emballage alimentaire : Innovations, durabilité et sécurité au cœur des enjeux”](#), Chaire CoPack, AgroParisTech, Food'InnLab, Vitagora, Fondation de l'Institut Agro, 15 octobre 2024

Valorisation grand public

- [“Emballage et durabilité : L'engagement de la Chaire CoPack dans la stratégie 3R”](#), Ejsi Hasanbelliu, Emmanuelle Gastaldi, Gwenola Yannou-Le Bris, Sandra Domenek, *Revue Industries Agro-Alimentaires (IAA)*, Référence : 20231112-36-39, janvier 2024
- [“A la rencontre d'Emmanuelle Gastaldi”](#), *Emballages magazine*, Édition janvier-février 2024, journaliste Arnaud Jadoul, janvier 2024
- [“Évaluer les meilleurs scénarios pour la gestion des biodéchets et déchets d'emballage”](#), Chaire CoPack, février 2024
- [“Emballez, c'est pesé”](#), par Ejsi Hasanbelliu, Salon International de l'Agriculture 2024, Stand AgroParisTech, février 2024
- [“In'Days #2 : Défis & Solutions pour la gestion de la fin de vie des matériaux plastiques”](#), par Sandra Domenek, Euramaterials, mars 2024
- [“Quality and Innovation : study day”](#), Sandra Domenek, TÜV Austria Belgium, avril 2024
- [“Repenser la conception et l'utilisation des emballages”](#), Sandra Domenek, Smart Impact - BSMART, avril 2024
- [“Éclairage sur la fin de vie des polymères compostables”](#), Emmanuelle Gastaldi, Ejsi Hasanbelliu, *Emballages Digest*, juin 2024
- [“Vers un compostage de certains plastiques d'emballage alimentaire”](#), *GoodPlanet Mag*, journaliste Julien Leprovost juin 2024
- [“Étude de la performance des objets compostables en situation réelle de compostage”](#), par Ejsi Hasanbelliu, *Club Biodéchets - Team2*, juillet 2024
- [“Réemploi des emballages dans les circuits logistiques”](#), Rachel Philippe, Gwenola Yannou-Le Bris, Ejsi Hasanbelliu, *Chaire CoPack*, septembre 2024
- [“Quelles opportunités pour le réemploi des emballages dans les circuits logistiques ?”](#), Gwenola Yannou-Le Bris, *Chaire CoPack*, septembre 2024
- [“Table ronde : Retour au sol des biodéchets”](#), par Ejsi Hasanbelliu, *Forum Régional Sols et Biodéchets 2024*, Cluster Eau-Milieus-Sols, septembre 2024
- [“Des perspectives emballantes - Interview avec Sandra Domenek et Ejsi Hasanbelliu”](#), *EPA Paris-Saclay*, Sylvain Allemand, septembre 2024
- [“Emballez, c'est pesé”](#), par Ejsi Hasanbelliu, *Fête de la Science*, AgroParisTech, octobre 2024
- [“Emballez, c'est pesé”](#), Sandra Domenek, *Bienvenue dans l'ÉcoCercle*, Épisode 3, novembre 2024
- [“Un éclairage sur le rôle de la recherche : les sacs biosourcés”](#), par Ejsi Hasanbelliu, *France Biodéchets*, novembre 2024
- [“Club Biodéchets”](#), par Sandra Domenek, *Team2*, Lille, novembre 2024

Consultations publiques

- *Agence de la transition écologique (ADEME)*, Sandra Domenek, octobre 2024
- Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER), *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire*, Sandra Domenek, septembre 2024
- Cabinet Innovation et numérique, *Élysée*, Sandra Domenek, mai 2024



PARTENAIRES

Journée workshop "Emballages de demain", Chaire CoPack, juin 2024



AgroParisTech - INRAE
Campus Agro Paris-Saclay
22 place de l'Agronomie
91120 Palaiseau

contact@chairecopack.fr
www.chairecopack.fr



2024