

D-TechnoSS, Design Technology for Strong Sustainability

Tatiana REYES ^{a,*}, Nadège TROUSSIER ^a, Luis Miguel LOPEZ SANTIAGO ^a, Laure LAVORATA ^b,
Lou-Lyne LECONTE ^b, Valérie LAFOREST ^c, Natacha GONDRAN ^c, Jenny FAUCHEU ^d, Melissa
ESCOBAR CISTERNAS ^c

^a Université de technologie de Troyes (UTT), Unité de Recherche InSyTE, 12 Rue Marie Curie 10300 Troyes

^b Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA), Laboratoire REGARDS, 2 Avenue Robert Schuman 51100 Reims

^c Mines Saint-Étienne, Univ Lyon, CNRS, Univ Jean Monnet, Univ Lumière Lyon 2, Univ Lyon 3 Jean Moulin, ENS Lyon,
ENTPE, ENSA Lyon, UMR 5600 EVS, F - 42023 Saint-Étienne France

^d Mines Saint-Étienne, Univ Lyon, CNRS, UMR 5307 LGF, Centre SMS, F - 42023 Saint-Étienne France

* e-mail : tatiana.reyes@utt.fr

1. INTRODUCTION

Jusqu'à présent, la recherche sur la soutenabilité s'est centrée principalement au niveau macro sur les acteurs institutionnels et les efforts de changement systémique. Au niveau micro, les chercheurs ont étudié le choix des produits par les consommateurs et leur élimination après usage [1]. Le projet D-TechnoSS, financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) (ANR-20-CE10-0006), vise à développer une meilleure compréhension des mécanismes de prise de conscience et de changements des comportements associés à l'adoption de démarches de conception participatives dans une posture de soutenabilité forte.

Le projet D-TechnoSS vise à explorer la proposition d'une intégration forte entre société et système de production. Dans le cadre du projet, il sera question de favoriser la prise de conscience des défis sociétaux, de faciliter le changement de comportements peu soutenables et d'accompagner le système productif dans un retour au seuil des limites planétaires. La méthode de recherche est basée sur une approche expérimentale, pour proposer un modèle d'évaluation de la soutenabilité dans une posture de soutenabilité forte.

Le projet D-TechnoSS a donc pour ambition de mieux comprendre et accompagner les transitions sociales ainsi que l'adaptation nécessaire du système de production et des méthodes de conception.

2. OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

Le modèle de production et de consommation actuel se heurte aux limites planétaires [2]. Le respect des neuf limites permet à l'humanité de continuer à se développer et à prospérer pour les générations à venir [3].

Depuis le rapport Meadows, deux postures de d'intégration de la soutenabilité se sont développées, face aux défis socio-écologiques. La soutenabilité faible stipule

que le capital humain peut se substituer au capital naturel, mais de nombreux travaux scientifiques s'opposent à cette hypothèse. La soutenabilité forte, quant à elle, postule que le capital naturel ne peut être substitué, car il est impossible d'identifier tous les risques liés à l'extinction de certains services écosystémiques [4]. Dans ce cadre précis, il ne s'agit plus de développer de nouveaux outils ou de nouvelles méthodes, mais de questionner l'ingénierie et la gestion des connaissances pour aider à la transition d'une soutenabilité faible vers une soutenabilité forte. Cela nécessite de considérer différentes échelles allant du consommateur, du produit, de l'industrie et de la chaîne de valeur aux cycles planétaires et écologiques. Très peu de recherches sont menées pour développer les connaissances dans un cadre de soutenabilité forte. D-TechnoSS cherchera ainsi à combler les lacunes entre la conception des produits et leur acceptation par les consommateurs, afin d'offrir des produits soutenables en regard des contraintes socio-écologiques liées aux limites planétaires.

Dans une perspective de soutenabilité forte et sur la base de la théorie du donut de Raworth [5], l'alimentation constitue un pilier du plancher social. Cependant, les modes de production du secteur alimentaire ont parfois de lourdes conséquences sur l'environnement [6]. La production alimentaire actuelle constitue le principal facteur de dégradation et de dépassement de plusieurs limites planétaires. Notre façon de manger, nos choix de produits de consommation et le gaspillage sont des facteurs d'influence non négligeables.

En raison de son importance, l'alimentation sera le secteur d'étude du projet D-TechnoSS. Dans ce contexte, notre recherche s'articule autour de deux questions importantes :

I. Quels sont les facteurs d'émergence des effets rebonds (et des transferts d'impact) dans les pratiques alimentaires et leur relation avec la conception ?

II. Quels sont les principes ou critères à prendre en compte pour opérationnaliser la soutenabilité forte dans un contexte de conception ?

Ces questions nous permettront d'identifier les pratiques alimentaires pseudo-soutenables susceptibles de générer des effets rebonds et transferts d'impact ; le niveau de conscience des individus par rapport à ces effets ; et la manière de les intégrer dans la conception pour la soutenabilité. Nous avons l'hypothèse qu'une démarche de conception pour guider la transition vers la soutenabilité forte doit s'opérationnaliser à travers les principes de la sous-optimalité du vivant.

L'un des principaux résultats est de fournir une méthodologie de DFS (*Design for Sustainability*) qui permette d'intégrer, d'une part, les connaissances sur les besoins et l'acceptation des consommateurs et, d'autre part, les impacts écologiques, afin de s'inscrire dans les limites planétaires. Cela passera par l'adoption d'une approche à plusieurs niveaux visant à évaluer les effets rebonds du produit conçu. Le résultat technologique final du projet est donc une nouvelle méthodologie d'ingénierie qui engage de nouvelles connaissances et pratiques dans le domaine des sciences de l'ingénieur, ainsi que de nouvelles connaissances issues des sciences humaines et sociales.

3. LES PARTENAIRES DU PROJET

Le projet D-TechnoSS est financé pour une période de 55 mois (1er mars 2021 - 30 sep. 2025). La nature de notre sujet de recherche implique l'intégration et la synergie de connaissances issues de différentes disciplines : il s'agit donc d'un projet interdisciplinaire. Le consortium regroupe des personnes travaillant dans les sciences de la conception en ingénierie, de la gestion et de la sociologie, ainsi que des sciences de l'environnement. Le Tableau 1 présente les partenaires scientifiques du projet.

Tableau 1 – Partenaires scientifiques du projet

Institution		Expertise
Université de technologie de Troyes (UTT) Unité de recherche InSyTE		Méthodologies de conception en ingénierie et D/S
École des Mines de Saint-Étienne IMT-MSE	Institut Henri FAYOL UMR-CNRS EVS 5600	Évaluation des impacts sociaux, écologiques et économiques des technologies. Sciences de l'environnement.
	Laboratoire Georges Friedel UMR 5307	Conception de produits et leur perception par les utilisateurs.
Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA) REGARDS EA 6292		Sciences de gestion et marketing. Développement durable.

4. MÉTHODOLOGIE

Le projet vise à explorer une nouvelle conception pour la soutenabilité, allant au-delà de l'intégration des critères environnementales telles que généralement considérées dans l'approche Ecodesign ou Product System Services. La première étape étant l'analyse des cadres qui changent le modèle de production en fusionnant la conception, la fabrication, l'utilisation et la fin de vie dans des cadres plus intégrés et locaux (ex. la conception sobre, les *low-tech*, et plus généralement les technologies alternatives).

L'état de l'art nous a permis de faire l'hypothèse que l'analyse de la relation entre l'Homme et les systèmes

techniques, de même que l'évolution des pratiques à petite échelle, préviennent les effets rebonds (bien connus dans les études de soutenabilité) et permettent de modifier les modèles et les politiques économiques.

4.1. Les deux étapes de la méthodologie

Nous avons proposé une approche expérimentale pour mieux comprendre si la conscience des impacts des technologies sur la société et la nature suscite la modification du comportement de l'utilisateur et de la conception technique. Pour cela, la méthodologie adoptée dans notre projet a été divisée en deux parties qui sont corrélées et complémentaires à deux niveaux : l'étude de l'individu et l'analyse du processus d'écoconception des produits.

- La première partie concerne l'analyse des comportements cognitifs des consommateurs dans leur prise de décision liée aux produits. Cette analyse s'est déroulée en deux phases. La première consistait en une étude exploratoire avec des consommateurs/utilisateurs afin de comprendre la nature des interactions entre consommateurs et produits/services écoconçus. La seconde est un ensemble d'entretiens avec des experts de la consommation responsable, de l'écoconception et de l'écoconception alimentaire dont les objectifs étaient de mieux cerner ces notions, de comprendre leurs liens et d'aiguiller les choix méthodologiques.

- La deuxième partie concerne l'analyse des processus de conception axés sur le consommateur et utilisant des méthodes d'analyse d'ingénierie de conception. Ceci afin de proposer une nouvelle méthodologie DfS adaptée à une approche de soutenabilité forte. Pour cela, un état de l'art a permis d'identifier les processus de conception associés à la soutenabilité forte. Vu l'inexistence d'une méthode de conception pour la soutenabilité forte, nous avons proposé des principes opérationnels pour l'intégrer en conception. Des études de cas à ce sujet sont encore en cours.

Ces deux parties sont associées à deux doctorantes aux compétences complémentaires, elles sont expliquées dans la section suivante.

4.2. Articulation des travaux de thèse

Le projet associe et articule deux doctorats mobilisant des compétences fondamentales dans les sciences humaines et sociale d'une part, et dans la conception en ingénierie d'autre part. Deux doctorantes travaillent ainsi conjointement dans le projet.

La première thèse se concentre sur l'étude des pratiques alimentaires individuelles et familiales et de leurs éventuels effets rebonds. Le premier objectif a été l'identification des freins et leviers à l'adoption de pratiques alimentaires soutenables. Le second consiste à identifier les pratiques alimentaires susceptibles de générer des effets rebonds ou transferts d'impact, ainsi que le niveau de conscience des individus quant à ces conséquences écologiquement néfastes.

Les résultats du premier travail de thèse permettent d'alimenter la deuxième thèse. L'alimentation, et particulièrement la conservation des aliments, a été définie comme secteur d'illustration pour les étapes de validation des travaux [5]. De ce fait, les comportements des

consommateurs en matière d'alimentation et l'avis des concepteurs/experts dans ce domaine sont à considérer.

La deuxième thèse porte sur les méthodes de conception avec une approche de soutenabilité forte. Le premier objectif a été de faire un état de l'art sur les méthodes de conception associées à la soutenabilité forte. Le deuxième concerne une proposition de principes opérationnels de conception pour la soutenabilité forte. L'intégration des résultats de la première thèse concernant les comportements des individus sera cruciale. Le troisième objectif consiste à proposer et tester une méthode de conception participative qui intègre ces principes.

5. PREMIERS RÉSULTATS

Le travail commun et les échanges constants entre les doctorantes et les partenaires, ont permis de produire de premiers résultats, décrits dans le tableau suivant.

Tableau 2 – Les principaux résultats des travaux de thèse

Principaux résultats de la première thèse
<ul style="list-style-type: none"> État de l'art sur les relations entre consommateurs, développement durable et écoconception [7] État de l'art sur la compréhension des consommateurs à l'égard des produits et services écoconçus [8] Hierarchisation des critères d'achat, et identification de catégories de produits et services écoconçus par le biais de groupes de discussion. Construction du cadre théorique et conceptuel sur les facteurs d'influence des comportements individuels en matière d'alimentation
Principaux résultats de la deuxième thèse
<ul style="list-style-type: none"> Analyse de l'état de l'art sur la soutenabilité forte et les processus de conception associés : la problématique (l'inexistence d'une méthode de conception qui intègre les exigences de la soutenabilité forte) a été établie Frise chronologique permettant de visualiser l'évolution des concepts reliés à la soutenabilité ainsi que des modèles de conception [9] Première proposition des principes opérationnels pour la soutenabilité forte en conception. Ce résultat fut testé lors d'un atelier avec des étudiants du master Prospective Design de l'EMSE. Atelier interne au projet D-TechnoSS réalisé afin de s'assurer du positionnement du concept de soutenabilité forte.

L'un des objectifs du projet D-TechnoSS est d'opérer une large diffusion des résultats, en utilisant les publications sur les résultats scientifiques du projet, mais aussi des actions de transmission vers la société.

5.1. Production scientifique-académique

Les productions scientifiques ont pour but d'apporter de nouvelles connaissances. Les premières productions ont été partagées lors de conférences et colloques. Les productions actuelles sont déposées sur le portail HAL ANR en *Open Acces* (Tableau 3). Nous n'incluons pas les articles en cours d'écriture et de révision.

Tableau 3 – La production scientifique du projet

Titre, année	Commentaire
Soutenabilité forte [9] 2022	Il s'agit d'un support pédagogique pour aborder le concept de soutenabilité forte et son positionnement scientifique.
Concevoir la technologie dans la soutenabilité forte [10] 2022	Ce poster présente les travaux envisagés dans la deuxième thèse de doctorat du projet. Il a été présenté lors du <i>Congrès doctoral des Journées EVS 2022</i> .
Understanding of consumers' behaviours towards	Ce document donne un aperçu de la première thèse visant initialement à comprendre les comportements des consommateurs vis-à-vis des

ecodesigned products and services [8] 2022	produits et services écoconçus. Il a été présenté lors de l' <i>EURAM Doctoral Colloquium 2022</i> .
Consumers and Ecodesign: A Literature Review [7] 2021	La communication présente les relations entre consommateurs, développement durable et écoconception. Elle fait apparaître les difficultés de définition et leur limites inhérentes. Elle soulève ainsi la nécessité de repenser ces notions. Présentée lors de la <i>3ème Journée Marketing et Développement durable</i> .

5.2. La diffusion au grand public

Ces actions ont pour objectif de créer des moments de partage entre les chercheurs et avec le grand public, autour des dernières recherches menées dans nos domaines scientifiques. Le Tableau 4 fait une description des dernières interventions auprès du grand public.

Tableau 4 – Les actions de diffusion

Titre, année	Description
Parcours croisés à la Fabuleuse Cantine « Recherches et enjeux environnementaux » [11] 2022	Melissa ESCOBAR, doctorante au sein du projet a participé à l'émission radio « Parcours croisés » dans le cadre de la Nuit européenne des chercheurs 2022. Elle a parlé de l'importance du concept de soutenabilité.
La Terre bientôt INHABITABLE ? [12] 2022	Une vidéo qui présente de manière claire et concise l'essentiel des travaux de thèse sur la soutenabilité forte de Melissa ESCOBAR.
La Nuit européenne des chercheurs 2022 (intervention devant des collégiens)	Lors de la Nuit européenne des chercheurs 2022, Melissa ESCOBAR a réalisé deux interventions ludiques devant des collégiens pour les sensibiliser à la catastrophe climatique et à sa cause anthropique.
Webinar Rebound effects: what are the scientific and operational challenges for the socio-ecological transition? 2021	Lou-Lyne LECONTE, doctorante au sein du projet, a participé en collaboration avec le réseau S.mart à l'organisation et l'animation d'un webinaire sur les effets rebonds.

5.3. Ressources numériques

Des plateformes numériques ont été utilisées afin d'assurer une large diffusion de ces travaux. Nous espérons aboutir à une mise en réseau des étudiants, des chercheurs et des acteurs de la société civile. Le Tableau 5 montre nos actuelles plateformes de diffusion.

Tableau 5 – Les plateformes D-TechnoSS

https://d-technoss.utt.fr/
Notre site internet principal qui fonctionne comme vitrine de nos différentes activités. Le contenu a été pensé pour présenter de façon accessible nos thématiques, nos objectifs, nos nouvelles et l'information issue de nos partenaires.
https://www.linkedin.com/company/d-technoss/
L'objectif d'être présent sur LinkedIn repose sur le fait de suivre et de générer de l'actualité sur nos thématiques d'intérêt, ainsi que de créer un réseau de partage avec des professionnels de l'industrie, des chercheurs et des étudiants.
https://hal-anr.archives-ouvertes.fr/search/index/?q=*%&nrProjectReference_s=ANR-20-CE10-0006
En tant que projet financé par l'ANR, D-TechnoSS utilise la plateforme HAL qui permet de rendre accessible (science ouverte) nos documents scientifiques pour consultation ou téléchargement.

Nous allons également intégrer les résultats du projet avec la plateforme *Ecocloud* du *GIS S.Mart* (plateforme partagée sur l'ingénierie soutenable).

5.4. Les pratiques de recherche

Le fonctionnement du projet a été imaginé selon une "méthode traditionnelle de recherche". Cependant, tous les partenaires sont motivés à faire évoluer leurs pratiques, afin de mieux s'adapter aux limites planétaires. Dès le début du projet, nous avons réfléchi à l'adoption de pratiques permettant de réduire notre empreinte écologique, tout en maximisant les bénéfices du travail. La Figure 1 présente les chiffres clés liés aux émissions de nos réunions de travail.



Figure 1 – Chiffres clés

Les discussions sur nos expériences et nos analyses de fonctionnement permettront de contribuer à l'évolution des pratiques de recherche, en vue de répondre aux enjeux de soutenabilité. Cela nous aidera à promouvoir des comportements plus soutenables, ainsi qu'à identifier des partenaires partageant des valeurs et objectifs à ce sujet.

5.5. Travail scientifique à venir

A ce jour, le projet D-TechnoSS a progressé de manière satisfaisante, notamment sur le plan scientifique. Des travaux sont en cours et aboutiront dans les prochains mois. Des ateliers scientifiques ont été réalisés par les doctorantes afin de collecter des données et de tester leurs hypothèses.

Concernant la première thèse, il est nécessaire de compléter les données déjà récoltées ; pour cela, des observations chez l'habitant ainsi que des entretiens sont en planification, dans le but de documenter les pratiques alimentaires. Concernant la deuxième thèse, il est prévu d'encadrer un projet industriel d'étudiants de Mines Saint-Etienne avec un éco-hameau, afin de tester la conception dans un contexte de soutenabilité forte. Un cas d'étude sera également réalisé lors de l'encadrement d'un mémoire d'étudiant (Master Prospective Design) pour tester la méthodologie. Par ailleurs, en 2023, une mobilité internationale de la doctorante a été envisagée dans un laboratoire spécialisé dans le Design (Stockholm Resilience Centre).

Finalement, l'avancement des travaux scientifiques nous a permis, en tant que consortium, d'entamer la rédaction d'un article pour le *Journal of Cleaner Production (JCP)*. Cet objectif devrait être atteint prochainement.

6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous avons commencé à avoir des premiers résultats scientifiques relatifs au comportement des consommateurs face à la soutenabilité, et à la conception pour une soutenabilité forte. En outre, des articles scientifiques sont en cours de rédaction. Concernant la diffusion, nous envisageons d'organiser, dans les mois à venir, des événements de vulgarisation (ex. fête de la science), des ateliers scientifiques (ex. conférences, colloques et séminaires) et pédagogiques (lors des cours, sous le format TD ou TP, dans les établissements partenaires).

Les perspectives et impacts à moyen terme consistent à alimenter les programmes de formation en ingénierie avec ces nouvelles connaissances, et à transférer la nouvelle méthodologie à la société, notamment via des partenaires économiques et les étudiants. De même, nous espérons que nos retours d'expérience et résultats pourront inspirer et servir de référence à d'autres projets disposant de la même thématique de recherche. L'impact à long terme résidera en la capacité à travailler sur la transition sociale vers la soutenabilité, par la conception.

REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche est réalisé grâce au soutien financier de l'Agence nationale de la recherche ANR (ANR-20-CE10-0006). Nous souhaitons aussi remercier toutes les personnes et organisations qui participent à nos expérimentations et au soutien de nos activités.

RÉFÉRENCES

- [1] D. M. Martin, A. A. Harju, E. Salminen, and B. Koroschetz, "More Than One Way to Float Your Boat: Product Use and Sustainability Impacts," *J. Macromarketing*, vol. 39, no. 1, pp. 71–87, 2019.
- [2] W. Steffen *et al.*, "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet," *Science (80-.)*, vol. 347, no. 6223, 2015.
- [3] A. Boutaud and N. Gondran, *Les limites planétaires*. Paris: La Découverte, 2020.
- [4] P. R. Ehrlich and H. A. Mooney, "Extinction, Substitution, and Ecosystem Services," *Bioscience*, vol. 33, no. 4, pp. 248–254, Apr. 1983.
- [5] K. Raworth, "A Doughnut for the Anthropocene: humanity's compass in the 21st century," *Lancet Planet. Heal.*, vol. 1, no. 2, pp. e48–e49, 2017.
- [6] ADEME, "Quel est l'impact de notre alimentation sur l'environnement ?," 2021. [Online]. Available: <https://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/conso/conso-responsable/impact-alimentation-sur-environnement>. [Accessed: 15-Mar-2023].
- [7] L.-L. Leconte, "Consumers and Ecodesign: A Literature Review," in *3ème Journée Marketing et Développement durable*, 2021.
- [8] L.-L. Leconte, "Understanding of consumers' behaviours towards ecodesigned products and services.," in *EURAM Doctoral Colloquium*, 2022, pp. 1–16.
- [9] M. Escobar, "Soutenabilité Forte." HAL, 2022.
- [10] M. Escobar Cisternas, "Concevoir la technologie dans la soutenabilité forte," in *Congrès doctoral des Journées EVS 2022*, 2022.
- [11] Radio Campus Saint-Étienne, "Recherches et enjeux environnementaux," *Parcours croisés à la Fabuleuse Cantine*, 2022.
- [12] CurieuxLive, "La Terre bientôt INHABITABLE !," 2022. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=-IkkAm__-J0. [Accessed: 12-Jan-2023].