



HAL
open science

Méthodes et outils pour soutenir l'éco-conception dans un laboratoire d'innovation industriel

Lili Coustillac

► **To cite this version:**

Lili Coustillac. Méthodes et outils pour soutenir l'éco-conception dans un laboratoire d'innovation industriel. Eco-conception. Université de Technologie de Compiègne, 2023. Français. NNT : 2023COMP2784 . tel-04578347

HAL Id: tel-04578347

<https://theses.hal.science/tel-04578347v1>

Submitted on 16 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Par Lili COUSTILLAC

*Méthodes et outils pour soutenir l'éco-conception
dans un laboratoire d'innovation industriel*

Thèse présentée
pour l'obtention du grade
de Docteur de l'UTC



Soutenue le 15 décembre 2023

Spécialité : Génie industriel : Unité de recherche en
Mécanique - Laboratoire Roberval (FRE UTC - CNRS 2012)

D2784

METHODES ET OUTILS POUR SOUTENIR L'ECO-CONCEPTION DANS UN LABORATOIRE D'INNOVATION INDUSTRIEL

Par Lili COUSTILLAC

Soutenu le 15 Décembre 2023 devant le jury composé de :

M. MEYER Yann	Professeur des universités – USMB, UTC	Directeur de thèse
Mme. BAZZARO Florence	Maître de Conférences – UTBM	Co-encadrante de thèse
M. HUBERT Arnaud	Professeur des universités – UTC	Président du jury
Mme REYES-CARILLO Tatiana	Maître de conférences HDR – UTT, ENSAM, Chambéry	Rapporteure
Mme BUISINE Stéphanie	Directrice de Recherche—CESI, Paris-Nanterre	Rapporteure
M. LARATTE Bertrand	Maître de conférences HDR – ESAM, Paris-Tech	Examineur
Mme. LOBBE Justine	Docteur – Forvia	Invitée

RESUME

Afin de rester compétitives, les entreprises se doivent d'être innovantes et de proposer régulièrement de nouveaux produits, services, process, ... Si, pendant longtemps, les innovations se sont concentrées sur la dimension technique, aujourd'hui, elles s'appuient sur trois leviers principaux : les prix, la technologie et les usages. Depuis peu, l'innovation durable, qui consiste à innover en prenant en compte les impacts environnementaux, est également considérée comme un levier d'innovation supplémentaire.

Pour répondre à ces nouvelles demandes, notamment autour de l'innovation par l'usage et l'innovation durable, les entreprises ne se demandent plus si elles doivent innover mais plutôt comment le faire. Elles « cherchent à renouveler leurs modalités d'innovation et de création ». De nouvelles méthodes et de nouveaux outils sont déployés en contexte industriel. Une des pratiques proposées est la mise en place de nouveaux lieux, dédiés à l'innovation, inspirés du mouvement *maker* tels que les *FabLabs*, les *Living labs*, les *Hackerspaces*, les *Makerspaces*, ... Ces nouveaux espaces, portés par des acteurs divers, renouvellent les modalités d'innovation et de création par la mise en œuvre de processus collaboratifs et itératifs. Ils ont pour objectifs de remettre les usages au cœur des processus d'innovation, de centrer le processus sur l'utilisateur et ses besoins, de donner un nouveau souffle aux processus d'exploration et d'innovation des entreprises, de revaloriser les compétences pratiques et de s'adapter à un contexte de désindustrialisation. Pour réaliser ces objectifs, ces laboratoires d'innovation s'appuient sur trois grands piliers : un lieu caractérisé par une architecture, une disposition et un décor particuliers qui influencent le comportement des occupants ; une équipe composée d'acteurs variés et hétérogènes comme des chercheurs, des ingénieurs ainsi que des experts en méthodes et outils de créativité et de prototypage et enfin des méthodes visant à faciliter et accompagner la génération d'idées et le travail de groupe, notamment à travers des sessions de co-créativité. Dans le cadre de l'innovation durable, très peu d'outils sont adaptés aux pratiques de ces nouveaux lieux d'innovation. En effet, les laboratoires d'innovation soutiennent la génération d'idées et de premiers concepts alors que les outils d'éco-innovation ou d'éco-conception tel que l'Analyse de Cycle de Vie, reposent sur l'évaluation des impacts environnementaux de produits finalisés. Nous proposons de développer un outil d'éco-créativité qui a pour objectif d'accompagner les participants d'une session de co-créativité pour générer des idées nouvelles, originales, respectueuses de l'environnement et adaptées au contexte dans lequel elles se manifestent. Pour évaluer les effets de l'introduction d'un tel outil pendant des séances de co-créativité, une méthodologie d'analyse exhaustive de ces séances a été développée. Pour réaliser ces travaux, nous avons intégré le *Clean Mobility LAB*, laboratoire d'innovation d'un grand groupe d'ingénierie et de production d'équipements automobiles international, FORVIA FAURECIA.

Mots Clés : Eco-conception, Créativité, Session de co-créativité, Laboratoire d'innovation industriel, Innovation

ABSTRACT

To remain competitive, companies must be innovative and regularly offer new products, services, processes, etc. If, for a long-time, innovation has focused on the technical dimension, today it relies on three main levers: prices, technology and uses. Recently, sustainable innovation, which consists in innovating while considering the environmental impacts, is also considered as an additional innovation lever.

To meet these new demands, particularly around innovation through use and sustainable innovation, companies are no longer wondering if they should innovate but rather how to do so. They “seek to renew their methods of innovation and creation”. New methods and tools are deployed in an industrial context. One of the practices proposed is the establishment of new places, dedicated to innovation, inspired by the maker movement such as FabLabs, Living labs, Hackerspaces, Makerspaces, ... These new spaces, supported by various actors, renew the modalities of innovation and creation through the implementation of collaborative and iterative processes. Their objectives are to put users back at the heart of innovation processes, to focus the process on the user and his needs, to give a new impetus to the exploration and innovation processes of companies, to upgrade practical skills and adapt to a context of deindustrialization. To achieve these objectives, these innovation laboratories are based on three main pillars: a place characterized by a particular architecture, layout and decor that influence the behavior of participants; a team composed of diverse and heterogeneous actors such as researchers, engineers as well as experts in methods and tools of creativity and prototyping and finally methods to facilitate and support the generation of ideas and group work, notably through co-creativity sessions. In the context of sustainable innovation, very few tools are adapted to the practices of these new places of innovation. Indeed, innovation laboratories support the generation of ideas and first concepts while eco-innovation or eco-design tools such as Life Cycle Assessment, are based on the assessment of the environmental impacts of products. We propose to develop an eco-creativity tool that aims to accompany the participants of a co-creativity session to generate new ideas, original, respectful of environment and adapted to the context in which they manifest. To evaluate the effects of the introduction of such a tool during co-creativity sessions, a comprehensive analysis methodology of these sessions was developed. To carry out this work, we have integrated the Clean Mobility LAB, innovation laboratory of a large international automotive equipment engineering and production group, FORVIA FAURECIA.

Key words: Eco-design, Creativity, Co-creativity sessions, Industrial and innovation laboratory, Innovation

REMERCIEMENTS

Après les trois années passées, il est le moment de remercier ceux sans qui tout cela n'aurait pas été possible.

Tout d'abord je souhaite remercier les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail de recherche. Madame Stéphanie Buisine et Madame Tatiana Reyes-Carrillo d'avoir accepté d'être rapporteuses de cette thèse. Et également, Messieurs Bertrand Laratte et Arnaud Hubert, examinateurs de ce travail.

Je souhaite ensuite remercier Monsieur Yann Meyer, directeur de thèse, pour les précieux conseils et l'encadrement tout au long de ces trois ans, pour m'avoir fait confiance sur ce travail, ainsi que sur la bienveillance et la patience dont il a fait preuve.

Je souhaite également remercier Madame Florence Bazzaro, co-encadrante de ce travail de recherche, pour avoir assuré un suivi 5 étoiles, pour avoir su si rapidement me comprendre et ne pas me brusquer. Pour la bienveillance, la patience, les conseils, les moments de partage et bien d'autres.

Je souhaite aussi remercier Justine Lobbé, co-encadrante également de cette recherche. Merci d'avoir été la meilleure « maîtresse » de stage, la meilleure encadrante industrielle, la meilleure collègue, la meilleure partenaire au *Time's Up*, et d'être devenue une amie. De m'avoir accompagné depuis cinq ans dans ces explosions d'émotions sans m'avoir jamais lâché, d'avoir cru en moi dès le début et de continuer à le faire.

Merci à cette équipe d'encadrement de m'avoir fait grandir tant professionnellement que personnellement.

Je souhaiterais ensuite remercier l'ensemble de l'équipe Forvia et plus particulièrement celle du Clean Mobility LAB qui a accepté de financer ce travail et qui a aidé à son avancée. Merci à Sébastien Royer de s'être battu pour cette thèse se fasse et merci à Patrick Guillaud-Vallee d'avoir su prendre le projet en cours de route.

Merci aux collègues et amis qui m'ont accompagné tout au long du voyage. Dimitri Bez, pour les recommandations sérieuses et la bonne humeur, Mylène Kruger pour l'horoscope, l'ensemble de l'équipe camion pour avoir été un super groupe pour les expérimentations, JBED pour les conseils, l'ensemble des stagiaires passés au LAB pour chacun à votre échelle avoir fait partie de l'aventure : Neil, Guillaume, Thibault, Hervé, Clara, Benoit, Clémence, Yann, Julien, Guillaume, Rémi, Julien, Elise, Manon, Aliff, Clémence.

Merci à Docteure Floriane pour avoir partagé cette expérience avec moi. Merci d'avoir été là dans les bons et les mauvais moments, pour les pizzas, pour Koh-Lanta, pour les pizza-Lanta, pour les puzzles, pour les randos, pour les restos, pour la piscine... Merci.

Merci à Candice, de toujours m'accompagner dans mes idées les plus folles, sans jamais douter de mes capacités. Merci pour ta bienveillance et ta gentillesse à toute épreuve. Un jour on le fera notre GR20.

Merci à mes amies du Sud, de m'avoir apporté de la chaleur depuis tout ce temps et de rester mes rayons de soleil. Merci Elodie, merci Fanny et merci Justine.

Merci aussi à ma deuxième famille Corinne, Thierry, Patrick et Fabien. Merci à Mathieu, le meilleur loup-pet du monde, tu as été mon meilleur illustrateur, tu es toujours d'un soutien et d'une amitié infaillible. Maintenant que j'ai le temps, on se voit à Berlin !

Merci à Sandra et à Marine d'avoir su me prêter main forte quand il fallait.

Merci à mes amis crossfiteurs.

Aux Zinecou. Merci à Lara de me forcer à sortir de ma zone de confort et de m'apprendre à débrancher un fil. Merci à Mathou d'être une co-équipière hors du commun et de partager tant. J'attends avec impatience l'ouverture de votre restaurant.

Merci à Manon d'être une *safe place* à elle toute seule et à Gaël de m'aider à savoir si je suis dans le *métaverse* ou non.

Merci à Vic et à Dre pour les conseils, le coaching et m'avoir appris que les petites victoires comptent.

Merci à Lélé, à Clem et à Laure pour les wods team qui font bien transpirer.

Merci à ceux qui ont partagé les entraînements et m'ont accompagné dans mes retranchements, Bruno, Sophie, Fany, Audrey, Manon, Medhi, Gwen, Aurore, Jean, Oscar, ... Sans le savoir vous avez été là pour moi. Merci de m'avoir appris à être forte, dans tous les sens du terme.

Merci à ceux et celles qui ont été là une fois, deux fois, un million de fois : Isaline, Pierre, Valou, Seb, Alice, Fiorella, Chloé, Lucie, Clémence, Camille...

Un très grand merci à toute ma famille de m'avoir soutenue tout au long de ces trois ans malgré la distance. Merci particulier à Tantine, Perrine et aux grands-parents qui sont toujours là quand j'ai besoin et savent sécher mes larmes mieux que personne.

Merci à mes meilleurs parents pour votre soutien en toutes circonstances. Merci de faire de chez vous un havre de paix où il fait toujours plaisir de se ressourcer. Merci de m'accepter avec mes coups de gueule et les montagnes russes de mes émotions. Merci de croire en moi et de me dire que je peux le faire. Toujours. Merci pour tout.

Merci à Ninon, ma meilleure sœur, mon Eustache préférée, ma *besta sista*... Merci de m'avoir supporté. Merci d'avoir su me motiver encore et encore. Merci pour les sushis, la star academy, les concerts, les chorés, les duos, les séries, les rires... Merci pour les moments partagés à Rennes, à Colmar, à Montbéliard, à Vannes et à Euzet. Merci d'être toi et de m'inspirer comme ça. Je t'aime jusqu'à la Lune et retour.

Maintenant, en route pour de nouvelles aventures.

« Mes amis, retenez ceci, il n'y a ni mauvaises herbes ni mauvais
hommes. Il n'y a que de mauvais cultivateurs »
Victor Hugo, Les Misérables

« Faut qu'on brise ce putain de cercle
Il est vicieux ce putain de cercle
Je peux pas le faire tout seul faut que tu m'aides »
Orelsan, Civilisation

« Actuellement, l'homme mène une guerre contre la nature,
s'il gagne il est perdu »
Hubert Reeves

TABLE DES MATIERES

RESUME.....	4
ABSTRACT	5
REMERCIEMENTS.....	6
TABLE DES MATIERES.....	9
1. INTRODUCTION	13
1.1. Contexte industriel de la recherche	14
1.2. Problématique de recherche	15
1.3. Plan du manuscrit.....	15
2. ETAT DE L'ART	17
2.1. Qu'est-ce que l'innovation.....	19
2.1.1. L'innovation : le processus.....	19
2.1.2. Une innovation : le résultat	19
2.1.2.1. La nature d'une innovation.....	19
2.1.2.2. Le degré d'une innovation	20
2.1.2.3. Le levier d'une innovation	21
2.2. La conception de produit	22
2.2.1. Définition de la conception de produit.....	22
2.2.2. Modèles de conception de produit	22
2.2.2.1. Modèle de Pahl & Beitz, 1996.....	22
2.2.2.2. Modèle d'Ulrich et Eppinger, 1999.....	24
2.2.2.3. Modèle de la norme FD-X50 127 _ « Outils de management - Maîtrise du processus de conception et de développement », 2002	24
2.2.2.4. Modèle de conception de produit retenu	26
2.2.2.5. Modèle de conception de produit de Hillen, 2014	26
2.2.2.6. Modèle de la norme ISO 9241-210 _ « Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs », 2019	27
2.2.2.7. Nouveau modèle de conception de produit retenu	28
2.3. L'éco-conception de produit	30
2.3.1. Définition de l'éco-conception	30
2.3.2. Modèles d'éco-conception de produit	32
2.3.2.1. Modèle d'éco-conception de produit de la norme iso 14062 _ « Management environnemental — Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit, 2002	32
2.3.2.2. Modèle du pôle éco-conception	34
2.3.2.3. Modèle d'éco-conception de produit retenu	35
2.3.3. Méthodes et outils pour soutenir l'éco-conception	36

2.3.3.1.	Les méthodes et outils d'Analyse de Cycle de Vie (ACV)	36
2.3.3.2.	Les approches matricielles.....	37
2.3.3.3.	Les éco-profils	38
2.3.3.4.	Les checklists.....	42
2.3.3.5.	Les Guidelines	43
2.3.3.6.	Listes de substances.....	44
2.3.3.7.	Outils d'organisation des idées.....	45
2.3.3.8.	Synthèse sur les outils d'éco-conception.....	46
2.4.	La créativité, étape essentielle de la conception.....	48
2.4.1.	Définition de la créativité	48
2.4.2.	Processus de créativité	49
2.4.2.1.	Modèle de Wallas, 1926	49
2.4.2.2.	Modèle de Gelb, 1996	49
2.4.2.3.	Modèle d'Amabile, 1996.....	50
2.4.2.4.	Modèle de créativité retenu	50
2.4.3.	Le laboratoire d'innovation : un lieu dédié à la créativité	52
2.4.3.1.	Les FabLabs : Précurseurs des Laboratoires d'innovation	53
2.4.3.2.	Les laboratoires d'innovation industriels.....	53
2.4.4.	Une pratique des laboratoires d'innovation industriels : les sessions de co-créativité.....	54
2.4.4.1.	Qu'est-ce qu'une session de co-créativité ?	54
2.4.4.2.	Les acteurs des sessions de co-créativité.....	56
2.4.4.3.	Méthodes et outils utilisés en session de co-créativité	58
2.4.4.4.	Évaluation des sessions de co-créativité.....	61
2.5.	Synthèse de l'état de l'art.....	62
3.	PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE D'ANALYSE DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE	64
3.1.	Démarche de conception de notre méthodologie d'observation	65
3.1.1.	Objectifs.....	65
3.1.2.	Démarche de conception suivie.....	66
3.2.	Présentation de MAELI	67
3.2.1.	Indicateurs d'analyse des sessions de co-créativité	67
3.2.1.1.	Indicateurs de l'étape de préparation	67
3.2.1.2.	Indicateurs de l'étape d'idéation	69
3.2.1.3.	Indicateurs de la phase d'implémentation	70
3.2.2.	Outils de recueil des indicateurs.....	72
3.2.2.1.	Supports de recueil pour la phase de préparation	72
3.2.2.2.	Supports de recueil pour la phase d'idéation	74
3.2.2.3.	Supports de recueil pour la phase d'implémentation	75
3.2.2.4.	Utilisation de MAELI.....	76
3.3.	Premiers résultats de MAELI	77
3.3.1.	Identification des différents profils de session	77
3.3.1.1.	Sessions de partage	77
3.3.1.2.	Sessions de conceptualisation	77
3.3.1.3.	Sessions de matérialisation.....	77
3.3.1.4.	Sessions d'évaluation.....	78
3.3.1.5.	Ajustement des indicateurs	79
3.3.2.	Première évaluation de MAELI	80
3.3.2.1.	Descriptif des sessions étudiées	80
3.3.2.2.	Caractéristiques de la méthodologie	81

3.3.2.3.	Limites identifiées de la méthodologie.....	81
3.4.	Discussion sur la proposition d'une méthodologie d'analyse des sessions de co-créativité	82
4.	PROPOSITION D'UN NOUVEL OUTIL D'ECO-CREATIVITE	84
4.1.	Etape d'analyse : Définition des spécifications d'un outil d'éco-créativité	86
4.1.1.	Synthèse de l'état de l'art	86
4.1.1.1.	Critères liés à l'éco-créativité.....	86
4.1.1.2.	Critères liés aux pratiques du laboratoire d'innovation	87
4.1.2.	Spécifications d'un outil d'éco-créativité.....	89
4.2.	Génération des premières idées d'outil d'éco-créativité.....	90
4.2.1.	Préparation de l'activité autour des <i>guidelines</i>	90
4.2.1.1.	Définition des objectifs	90
4.2.1.2.	Préparation des méthodes et outils	90
4.2.1.3.	Choix des participants.....	90
4.2.2.	Idéation autour des <i>guidelines</i>	91
4.2.3.	Implémentation	92
4.3.	Mise à jour des spécifications	93
4.4.	Génération de l'Eco-Booster	94
4.4.1.	Analyse sémantique de l'outil <i>guidelines</i>	94
4.4.2.	Matérialisation de l'outil d'éco-créativité	97
4.4.2.1.	Première matérialisation de l'Eco-Booster : les cartes	97
4.4.2.2.	Seconde matérialisation de l'Eco-Booster : La roue	98
4.5.	Comparaison des deux matérialisation de l'Eco-Booster	99
4.5.1.	Objectifs de l'activité	99
4.5.2.	Méthode utilisée.....	99
4.5.2.1.	Contexte de l'étude	99
4.5.2.2.	Organisation de notre session de co-créativité	100
Scénarios d'utilisation de l'Eco-Booster		101
4.5.2.3.	Matériel utilisé	101
4.5.3.	Résultats	103
4.6.	Présentation de l'Eco-Booster	105
4.7.	Discussion sur la proposition d'un nouvel outil.....	107
5.	EVALUATION DE L'ECO-BOOSTER	109
5.1.	Evaluation en contexte industriel	110
5.1.1.	Objectifs de l'évaluation	110
5.1.2.	Protocole de l'étude	115
5.1.2.1.	Contexte de l'étude	115
5.1.2.2.	Organisation de l'expérimentation.....	117
5.1.2.3.	Méthodologie d'analyse des indicateurs	117
5.1.2.4.	Matériel mis en place	119
5.1.2.5.	Synthèse du protocole	120
5.1.3.	Résultats	121
5.1.3.1.	H1 : L'Eco-Booster permet de développer des idées plus respectueuses de l'environnement	
	121	

5.1.3.2. H2 : L'Eco-Booster favorise la prise en compte des aspects environnementaux dans le développement des idées	122
5.1.3.3. H3 : L'Eco-Booster stimule la créativité des participants / participantes	124
5.1.3.4. H4 : L'Eco-Booster stimule la dynamique du groupe pendant la séance	126
5.1.4. Synthèse de l'expérimentation en contexte industriel.....	127
5.2. Evaluation en contexte académique	128
5.2.1. Objectifs de l'évaluation	128
5.2.2. Protocole de l'étude	132
5.2.2.1. Contexte de l'expérimentation.....	132
5.2.2.2. Organisation de l'expérimentation.....	133
5.2.2.3. Méthodologie d'analyse des indicateurs	134
5.2.2.4. Matériel mis en place	135
5.2.2.5. Synthèse sur le protocole	138
5.2.3. Résultats	140
5.2.3.1. H1 : L'Eco-Booster permet de développer des solutions plus respectueuses de l'environnement aux différentes étapes d'un projet	140
5.2.3.2. H2 : L'Eco-Booster favorise la prise en compte des aspects environnementaux	141
5.2.3.3. H3 : L'Eco-Booster stimule la créativité des participants.....	142
5.2.3.4. H4 : L'Eco-Booster est facile à animer par des animateurs non experts ou non sensibilisés à l'éco-innovation. 144	
5.2.3.5. Evaluation de la facilité de compréhension de l'Eco-Booster pour les participants.....	144
5.2.4. Synthèse sur l'expérimentation en contexte académique	145
5.3. Discussion sur les expérimentations	146
6. CONCLUSION	148
6.1. Synthèse sur nos travaux de recherches	149
6.1.1. Synthèse de l'état de l'art	149
6.1.2. Synthèse sur la proposition d'une méthodologie d'analyse de l'éco-créativité en laboratoire d'innovation : MAELI	150
6.1.3. Synthèse sur la proposition d'un outil d'éco-créativité : l'Eco-Booster.....	151
6.2. Perspectives de recherches.....	152
6.2.1. proposition d'un ensemble de méthodes et d'outils pour accompagner l'Eco-Booster	152
6.2.2. Mise en place de méthodes et d'outils pour la phase d'acculturation.....	154
6.2.3. Importance du <i>mindset</i> en éco-créativité.....	155
ANNEXES	157
TABLE DES FIGURES	176
TABLE DES TABLEAUX	178
BIBLIOGRAPHIE.....	179

1. INTRODUCTION

Le dérèglement climatique n'est aujourd'hui plus à prouver. Pourtant, nous faisons face à une évolution à deux vitesses sur le sujet. Là où le monde de la Recherche a, dès 1972 avec le club de Rome, publié un des premiers rapports sur le sujet (Meadows, Meadows, et Randers 2012), c'est seulement en 2015, avec les accords de Paris, que la majorité des entreprises ont commencé à s'engager pour le climat et à démarrer leurs transitions écologiques. Elles ont alors mis en place différentes stratégies afin d'atteindre les objectifs demandés et de réduire leurs impacts environnementaux notamment sur les produits, services, process, qu'elles proposent. Il en résulte de nouveaux processus, notamment d'éco-conception, dont l'objectif est de concevoir en prenant en compte les différents impacts environnementaux des produits sur tout leur cycle de vie (AFNOR 2002b ; Parlement européen et du Conseil 2009 ; AFNOR 2015b ; ADEME 2016).

Pour aider les concepteurs et les entreprises dans cette démarche, des méthodes et outils ont été développés. Ainsi, aujourd'hui, les entreprises réalisent des analyses de cycle de vie (AFNOR 2006), mettent en place des *checklists* (Bellini et Janin 2019) ou mesurent le profil écologique de leurs produits (Fussler et James 1996 ; Han Brezet 1997). Malgré tout, ces outils demeurent complexes à mettre en œuvre en entreprise. Leurs coûts élevés (Ozusaglam 2012), le niveau de qualification requis pour les utiliser (Medzinski 2007 ; Bellini et Janin 2019) ou le temps nécessaire à une analyse (Ozusaglam 2012) sont des freins à leur implémentation généralisée. De plus, comme le souligne Guilloux, ces méthodologies d'éco-conception utilisées dans le monde industriel, reposant majoritairement sur l'analyse du cycle de vie du produit (Guilloux 2009), nécessitent souvent de partir d'un produit déjà conçu ou à un stade de conception avancée, dont le cycle de vie est connu. Ces méthodologies proposent un modèle des entrants / sortants environnementaux (Domingo 2013).

Par conséquent, elles ne permettent pas d'accompagner les concepteurs dans les phases amont du processus de conception où 80% des futurs impacts environnementaux des produits sont décidés (Wenzel, Hauschild, et Alting 1997).

Pourtant, certains outils se positionnent plus en amont dans le cycle de développement du produit. Ces derniers sont souvent basés sur des critères ou objectifs environnementaux à satisfaire comme ceux proposés par Issa (Issa et al. 2015). D'autres outils s'appuient sur des outils de résolution de problèmes tels que TRIZ (Savransky 2000) ou des outils plus spécifiquement dédiés à la créativité comme Eco-ASIT (Tyl 2011). C'est aux méthodes et outils de créativité pour soutenir l'éco-conception que nous nous intéressons plus précisément.

En effet, de plus en plus d'entreprises s'équipent de laboratoires d'innovation afin de renouveler leurs modalités d'innovation et de création (Merindol et al. 2016). Cela passe par de nouveaux acteurs, de nouveaux processus collaboratifs et itératifs, de nouvelles méthodes et de nouveaux outils. Ces lieux semblent donc pertinents pour apporter aux entreprises des outils d'éco-conception dans leurs étapes de créativité.

Afin d'étudier cela, nous nous appuyons sur un cas concret, en intégrant le laboratoire d'innovation d'une entreprise industrielle. Nous détaillons ce contexte dans la section suivante, avant de présenter notre problématique de recherche et le plan de ce manuscrit.

1.1. CONTEXTE INDUSTRIEL DE LA RECHERCHE

Afin de réaliser notre recherche, nous avons intégré, sous contrat CIFRE, un groupe international d'ingénierie et de production d'équipements automobiles : FORVIA, et plus particulièrement le sous-groupe FAURECIA.

FAURECIA développe des produits pour la majorité des constructeurs automobiles. Cette entreprise, présente dans le *top ten* des entreprises automobiles, équipant un tiers des véhicules à l'échelle internationale avec ses technologies, regroupe 35 centres de recherche et développement sur 300 sites pour 122 000 employés. Cinq entités indépendantes, ou *Business Group* (BG), composent FAURECIA, à savoir *Seating*, *Interior*, *Clarion Electronics*, *Hydrogen Systems* et *Clean Mobility*.

Ce sont les deux dernières entités qui serviront de cadre principal à ce travail de recherche. Ces BGs sont tournées vers la mobilité durable et le développement de solutions propres pour voitures et moteurs de grande puissance. Leurs activités reposent sur trois grands axes de recherche : les technologies zéro émission, les technologies légères et économes en énergies pour les véhicules hybrides et enfin le traitement des polluants pour les véhicules utilitaires et véhicules à forte puissance.

Pour répondre à ces trois défis majeurs, l'entité FAURECIA *Clean Mobility* a déployé en 2018, un laboratoire d'innovation : le *Clean Mobility LAB* (CM LAB) au service des différentes équipes projet travaillant sur les différents produits, process, services du groupe.

C'est au sein du *Clean Mobility LAB* que nos travaux ont été conduits, il a été ainsi le terrain de nos expérimentations et de nos recherches. Nos questionnements scientifiques, que nous détaillons dans la section suivante, se positionnent donc, de fait, dans le contexte des laboratoires d'innovation en milieu industriel.

1.2. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

La problématique à laquelle nous chercherons à répondre dans ce manuscrit est la suivante :

Quels méthodes et outils déployer au sein d'un laboratoire d'innovation d'un groupe industriel international pour soutenir une démarche d'éco-conception ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons pu identifier différents objectifs auxquels nous devons répondre :

- **Objectif n° 1 : Proposer une analyse critique des méthodes et outils pour favoriser l'éco-conception, au sein d'un laboratoire d'innovation dans le cadre d'une activité B2B dans un groupe international.**

Pour accomplir cet objectif, nous avons analysé les méthodes et outils d'éco-conception présents dans la littérature. Cela nous permettra d'établir un état de l'art de ce domaine. En parallèle, nous avons investigué les pratiques des laboratoires d'innovation afin de pouvoir mettre en parallèle ces deux aspects.

- **Objectif n°2 : Proposer de nouvelles méthodes et outils permettant de répondre à la problématique soulevée autour de l'éco-conception.**

Pour cela, nous avons développé, maqueté, prototypé de nouvelles méthodes et outils pour favoriser l'éco-conception et nous les avons implémenté dans un laboratoire d'innovation pour les évaluer.

- **Objectif n°3 : Quantifier précisément l'apport des méthodes et outils proposés en termes d'éco-créativité sur les pratiques d'un laboratoire d'innovation industriel.**

Afin d'analyser l'apport des nouvelles méthodes et outils proposés, nous avons défini des indicateurs d'efficacité et d'efficience des méthodes et outils d'éco-conception. Nous avons ainsi développé une méthodologie d'évaluation et expérimenté les solutions retenues dans différents contextes.

Ces différents objectifs sont détaillés et explicités dans ce manuscrit de thèse, dont nous présentons le plan dans la section suivante.

1.3. PLAN DU MANUSCRIT

Afin de présenter notre recherche, notre manuscrit est organisé de la manière suivante.

À la suite de ce premier chapitre d'introduction, nous présenterons :

- Dans notre **deuxième chapitre**, Etat de l'art, nous présenterons les résultats issus de notre analyse de la littérature afin de positionner notre recherche entre innovation, conception et éco-conception. Pour compléter ces différentes définitions, nous nous intéresserons aux activités de créativité dans un contexte industriel à travers l'étude des laboratoires d'innovation et notamment des sessions de co-créativité, analysées sous le prisme des pratiques du *Clean Mobility LAB*. Tout cela nous permettra de mieux comprendre une étape importante de la conception et de l'éco-conception : la génération d'idées. Pour enrichir cette analyse, nous nous intéresserons également aux méthodes et outils existants d'éco-conception dans la littérature et aux méthodes et outils de créativité mis en place au *Clean Mobility LAB*. L'analyse de ces méthodes et outils de créativité nous permettra de comprendre l'usage de ceux-ci dans le contexte des sessions de co-créativité et leurs objectifs. En parallèle, l'analyse des méthodes et outils d'éco-conception nous permettra de comparer les outils en fonction des caractéristiques de l'éco-conception que nous aurons définies en amont mais également de leur utilisation dans le processus d'éco-conception. Cela permettra d'identifier un déficit d'outils pouvant être utilisés en laboratoire d'innovation.

- Notre **troisième chapitre**, Proposition d'une méthodologie d'analyse des sessions de co-créativités, se focalisera sur la proposition d'une méthodologie d'analyse des sessions de co-créativité. L'objectif de cette méthodologie, appelée MAELI, Méthodologie d'Analyse de l'Eco-créativité en Laboratoire d'Innovation, est d'analyser l'impact d'un outil d'éco-créativité tout au long d'une session de co-créativité, de sa phase de préparation à sa phase d'implémentation. Pour cela, nous présenterons le processus de conception de produit que nous avons suivi pour réaliser cette méthodologie avant de reprendre les indicateurs d'analyse identifiés dans l'état de l'art afin de les étoffer et de les affiner pour avoir une méthodologie d'analyse complète. Nous détaillerons ensuite la méthodologie en elle-même, son processus et ses supports de recueil de données. Nous concluons ce chapitre en présentant les premiers résultats issus de la méthodologie appliquée à différentes sessions de co-créativité organisées par le laboratoire d'innovation que nous avons intégré.
- Nous continuerons avec notre **quatrième chapitre** en présentant la démarche de conception mise en œuvre afin de concevoir notre outil, l'Eco-Booster. Nous commencerons par détailler les spécifications attendues d'un outil d'éco-créativité à l'aide des éléments mis en avant dans notre premier chapitre. Nous chercherons tout d'abord à nous inspirer d'un outil existant, les *guidelines*, identifié dans la littérature comme répondant aux spécifications. Puis, nous proposerons notre propre outil développé à partir des leviers d'éco-conception définis par la littérature. Nous développerons ensuite deux matérialisations de l'outil et proposerons divers scénarios d'utilisation que nous testerons et comparerons dans une activité de co-créativité, afin d'analyser la matérialisation proposant la meilleure expérience d'utilisation, pour n'en retenir qu'une seule.
- Puis, dans notre **cinquième chapitre**, nous testerons la version finale de l'outil dans deux contextes différents. Dans le premier contexte lié au laboratoire d'innovation industriel que nous avons intégré, nous pourrions analyser l'impact de notre outil à l'aide de MAELI. Nous analyserons ensuite l'impact de notre outil dans un contexte académique, au cours d'un hackathon. Dans ce contexte, nous testerons un nombre d'indicateurs restreint. Mais cette analyse permettra d'ajouter une évaluation sur l'animation de l'outil et son utilisation de la part des participants.
- En **Conclusion** de ce manuscrit, nous discuterons les résultats de notre travail de recherche et proposerons des perspectives.

2. ETAT DE L'ART

Aujourd'hui, les entreprises se doivent de répondre à de nouveaux défis sociétaux et aux exigences de plus en plus fortes des utilisateurs. Pour cela, elles se placent dans une perspective d'innovation respectueuse de l'environnement. A travers cette évolution, ce sont toutes les pratiques qui sont impactées : le processus de conception de produit, les méthodes et outils mis en place, ... Des lieux, tels que les laboratoires d'innovation industriels, permettent aux entreprises de s'adapter à ces nouvelles pratiques.

Dans ce chapitre, nous commencerons par introduire la notion d'innovation. Nous définirons l'innovation d'un point de vue « processus » mais également l'innovation d'un point de vue « produit ». Nous nous focaliserons sur cette deuxième définition, l'innovation en tant que produit, que nous étofferons à travers la définition de ses caractéristiques.

Pour mieux comprendre comment innover, nous nous focaliserons sur une étape clé afin d'y parvenir : la conception de produit. Nous définirons ce processus de conception en détaillant une nouvelle démarche : la prise en compte des impacts environnementaux de produit à travers l'éco-conception. Nous présenterons cette nouvelle démarche en étudiant sa définition, son processus, mais également les méthodes et outils existants pour accompagner les concepteurs.

Nous continuerons cet état de l'art en présentant une étape spécifique de la conception de produit : la créativité. Nous définirons ce qu'est la créativité ainsi que son processus. Nous proposerons ensuite de nous intéresser à un lieu dédié à cette étape, les laboratoires d'innovation. Nous nous focaliserons sur les laboratoires d'innovation industriels, dont les entreprises s'équipent de plus en plus, et notamment à travers l'étude d'un laboratoire spécifique, le *Clean Mobility LAB*. Nous étudierons les pratiques de ce laboratoire, ses acteurs et les méthodes et outils qu'il propose, tout en les confrontant à la littérature du domaine.

En fin de chapitre, une synthèse de cet état de l'art sera proposée.

2.1. QU'EST-CE QUE L'INNOVATION

Dans cette première partie, nous définirons ce qu'est l'innovation. Pour cela, il est tout d'abord nécessaire de distinguer : l'innovation et **une** innovation. **L'innovation**, qui consiste en l'action d'innover, est le processus menant à une innovation. **Une innovation** est alors le résultat de cette action. Nous nous intéresserons dans un premier temps au processus d'innovation, avant de nous focaliser sur le résultat de celui-ci.

2.1.1. L'INNOVATION : LE PROCESSUS

Nous nous intéressons dans un premier temps au processus d'innovation. La norme FD X50-127 définit un processus comme « l'ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie » (AFNOR 2002a). Cette définition met en avant la succession d'activités permettant d'arriver à un résultat appelé « élément de sortie ». Le processus permet donc d'obtenir en « élément de sortie » : une innovation. Dans cette perspective, de nombreuses définitions du processus d'innovation existent. L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) perçoit l'innovation comme « un processus itératif initié par la perception de l'opportunité d'un nouveau marché et/ou service pour une invention technologique qui mènera à des activités de développement, de production et de marketing destinées à assurer le succès commercial d'une invention » (Freeman 1991). Cette première définition permet d'affiner la définition de processus donnée par l'AFNOR. Elle met en avant le côté itératif du processus ainsi que les activités qui le composent. Elle souligne également l'importance du résultat issu du processus. Le résultat a pour objectif de rencontrer un succès commercial. Cette définition peut être enrichie par la définition proposée par la norme AFNOR, FD X50-271, en 2013. Elle décrit l'innovation comme un « processus qui conduit à la mise en œuvre d'un ou plusieurs produit, service, procédé, forme d'organisation, modèle d'affaires, nouveaux ou améliorés, susceptible de répondre à des attentes implicites ou explicites et de générer une valeur économique, environnementale ou sociétale pour toutes les parties prenantes » (AFNOR 2013). A travers cette définition, nous retrouvons l'importance du résultat. Il est présenté comme pouvant prendre plusieurs formes, « produit, service, procédé... » et également comme porteur de valeur ajoutée. Nous pouvons aussi relever la notion de parties prenantes, qui souligne l'interdisciplinarité du processus d'innovation. Pour compléter ces définitions, nous nous intéressons à la définition proposée par Lobbé qui définit l'innovation comme « un processus itératif et global lié à la mise sur le marché d'un produit nouveau englobant ainsi les étapes de conception de produit » (Lobbé 2018). Cette définition met en évidence une étape clé du processus d'innovation : l'étape de conception de produit. Toutes ces définitions nous permettent de proposer la définition du processus d'innovation suivante :

Innovation : processus multi-étapes, itératif et interdisciplinaire allant de la perception d'un nouveau marché jusqu'au succès commercial d'un nouveau produit, porteur de valeur ajoutée, en passant par l'étape-clé de sa conception.

Nous allons maintenant nous focaliser sur la définition de l'innovation comme le résultat de ce processus d'innovation.

2.1.2. UNE INNOVATION : LE RESULTAT

Schumpeter, un des premiers auteurs à avoir travaillé sur l'innovation, l'a définie comme une invention qui trouve son marché et aboutit à une première transaction commerciale réussie (Schumpeter 1939). Depuis, la littérature propose différentes caractéristiques à l'innovation afin d'affiner cette définition. Trois caractéristiques majeures ont été identifiées : sa nature, son levier et son degré.

2.1.2.1. LA NATURE D'UNE INNOVATION

La nature (Schumpeter 1939) de l'innovation se focalise sur la typologie de l'innovation, ou autrement dit sur ce qui est concerné par cette innovation. De nombreuses natures sont proposées dans la littérature (R. Garcia et Calantone 2002 ; Boly 2008 ; Lacom 2018) pouvant aller de dix natures différentes (Cooper 1979) à uniquement deux (Chandy et Tellis 2000). Au regard de nos travaux de recherche et de leur contexte industriel notamment, nous avons décidé de retenir les quatre natures proposées par l'OECD (OECD et Statistical Office of the European Communities 2005) :

- **L'innovation de produit** se caractérise par « l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau ou sensiblement amélioré sur le plan de ses caractéristiques ou de l'usage auquel il est destiné » (OECD et Statistical Office of the European Communities 2005). Ces innovations incluent l'introduction de nouveaux biens et services ou les améliorations sensibles de biens ou services existants, en proposant de nouvelles caractéristiques techniques et/ou fonctionnelles.
- **L'innovation de procédé** se caractérise par « la mise en œuvre d'une méthode de production ou de distribution nouvelle ou sensiblement améliorée » (OECD et Statistical Office of the European Communities 2005). Ces innovations comprennent les techniques, les matériels et les logiciels utilisés afin de produire des biens ou des services, ainsi que les différentes méthodes liées à la logistique.
- **L'innovation d'organisation** se caractérise par « la mise en œuvre d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures de la firme » (OECD et Statistical Office of the European Communities 2005). Ces innovations agissent sur les performances d'une organisation, ainsi que sur la satisfaction au travail.
- **L'innovation de commercialisation** se caractérise par « la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de commercialisation impliquant des changements significatifs de la conception ou du conditionnement, du placement, de la promotion ou de la tarification d'un produit » (OECD et Statistical Office of the European Communities 2005). Ces innovations concernent notamment le marketing d'un produit et font référence à son placement, sa promotion, ou son prix.

Dans notre cas, notamment, du fait de nos thématiques industrielles traitées au sein du laboratoire d'innovation que nous avons intégré, nous nous intéresserons à la première typologie d'innovation : l'innovation de produit. Pour compléter cette première approche, il est possible de classer les innovations en fonction de leurs différents degrés.

2.1.2.2. LE DEGRÉ D'UNE INNOVATION

Le **degré** d'innovation correspond au niveau et à l'impact de l'innovation proposée (O'Connor 1998 ; R. Garcia et Calantone 2002). Plusieurs classifications ont été proposées (Kleinschmidt et Cooper 1991 ; Balachandra et Friar 1997 ; Chandy et Tellis 2000 ; R. Garcia et Calantone 2002). Sur la base de ces différents travaux de la littérature, Garcia et Calantone (2002) ont proposé une classification en cinq degrés :

- **L'innovation imitative** qui se traduit par une extension de la gamme d'un produit,
- **L'innovation incrémentale** qui se traduit par l'amélioration d'un produit existant qui amène à une nouvelle version du produit,
- **L'innovation discontinue** qui se traduit par l'amélioration sur un produit existant qui amène à un nouveau produit,
- **L'innovation réellement nouvelle** qui se traduit par l'apparition d'un nouveau produit sur un marché existant (une discontinuité technologique) ou l'apparition d'un nouveau marché pour un produit existant (discontinuité du marché).
- **L'innovation radicale** qui se traduit par l'apparition d'un nouveau produit sur un nouveau marché.

La limite entre ces différents niveaux d'innovation peut être parfois floue. Nous proposons donc de retenir uniquement deux niveaux : l'innovation incrémentale et l'innovation radicale en accord avec les travaux de Balachandra et Friar (Balachandra et Friar 1997). Nous assumerons pour la suite du manuscrit que l'innovation incrémentale correspond à l'amélioration d'un produit existant, que ce soit en agrandissant la gamme de celui-ci, ou en proposant une nouvelle version, un nouveau produit ; et que l'innovation radicale correspond à l'apparition d'un nouveau produit, que ce soit sur un marché existant ou sur un nouveau marché.

Afin d'affiner ces deux caractéristiques, il est également possible de définir les innovations par leurs différents leviers.

2.1.2.3. LE LEVIER D'UNE INNOVATION

Le levier de l'innovation correspond à la stratégie de l'innovation (Ministers 2006). Le levier indique où l'impact de l'innovation aura lieu sur la société. Cet impact peut apparaître au niveau des prix, de la technologie, des usages et des utilisateurs, ou encore, depuis quelques années, de l'environnement. Par conséquent, on distingue quatre leviers d'innovation :

- **L'innovation guidée par les prix**, elle a pour objectif une réduction du prix,
- **L'innovation guidée par la technologie**, elle résulte d'une recherche de produits plus performants au niveau technologique,
- **L'innovation guidée par l'utilisateur**, elle vise à identifier des produits, services, solutions, qui répondent aux attentes et besoins de l'utilisateur, des usagers des produits, services, solutions proposées,
- **L'innovation guidée par l'environnement** (Metz et al. 2016), ce levier est le dernier levier à avoir été défini. Ces innovations visent à répondre aux enjeux environnementaux actuels avec un objectif de réduction de leurs impacts sur la planète.

Dans cette partie, nous avons défini l'innovation comme un processus multi-étapes, itératif et interdisciplinaire qui peut permettre d'aboutir à une innovation qui trouvera sa place sur le marché. Nous avons ensuite caractérisé cette innovation selon trois dimensions : sa nature, son degré et son levier. Dans le cadre de nos travaux, nous nous intéressons tout particulièrement aux innovations de produits guidées par l'environnement. En effet, pour développer des produits innovants tout en répondant aux enjeux environnementaux actuels, il nous semble pertinent de nous diriger vers l'innovation environnementale, aussi appelée **éco-innovation**. Comme l'analyse des définitions de l'innovation nous l'a montré, une des étapes majeures du processus d'innovation, et donc d'éco-innovation, est celle de conception de produit. En effet, 80 % de l'impact environnemental d'un produit étant déterminé à cette étape (Wenzel, Hauschild, et Alting 1997), il nous semble pertinent de nous focaliser sur cette étape du processus d'innovation.

2.2. LA CONCEPTION DE PRODUIT

Dans cette partie, nous présenterons ce qu'est la conception de produit à travers sa définition. Puis nous nous intéresserons à l'évolution des modèles de conception afin de proposer le modèle de conception de produit retenu dans notre recherche. Nous rappelons que nous entendons le terme produit comme un produit matériel (jouet, moteur, meuble, électroménager), immatériel (service, logiciel, jeu, application), ou une association des deux (objets connectés) (AFNOR 2015a).

2.2.1. DEFINITION DE LA CONCEPTION DE PRODUIT

Dans la littérature, il existe de nombreuses définitions de la conception de produit (Duchamps 1999 ; AFNOR 2002a ; Gronier 2006). Elle peut se définir comme la création ou la construction d'un modèle, issue de l'expression d'un dessein (Demailly et Lemoigne 1986). Les auteurs, dans cette définition, mettent en avant le but de la conception qui est identifié comme celui d'exprimer une idée. La norme FD X50-127 peut venir compléter cette définition : un « ensemble de processus qui transforme des exigences en caractéristiques spécifiées ou en spécifications d'un produit, d'un processus ou d'un système » (AFNOR 2002a). Cette définition permet d'ajouter à la précédente la notion de processus et d'ensemble d'activités qui amènent donc à la transformation d'une (ou de plusieurs) idée(s). Bécheau et Bourgeois nous proposent la définition de la conception de produit suivante : « la somme d'opérations qui permet à une personne d'explicitement une idée en lui conférant une réalité tangible ou virtuelle » (Bécheau et Bourgeois 2013). En plus de conforter les deux notions issues des précédentes définitions, elle nous permet de les étoffer en ajoutant la notion de virtualité. Le résultat final de la conception n'est donc pas obligatoirement palpable.

Pour compléter ces définitions, nous pouvons aussi ajouter la définition proposée par Duchamps, qui définit la conception de produit comme une activité créatrice (Duchamps 1999), appuyée par la définition de Bonnardel qui soulève l'importance des activités de créativité dans les activités de conception de produit (Bonnardel 2009) et plus récemment, par la définition de Charrier, « un processus de création itératif et un processus de construction de représentations des idées » (Charrier 2016). Ces trois définitions mettent l'accent sur une notion fondamentale de la conception de produit : la créativité. Nous présenterons plus en détail cette notion dans la partie 0.

Ces différentes définitions de la conception nous permettent de proposer la définition suivante :

Conception de produit : processus créatif permettant de matérialiser des idées abstraites en réalité concrète (tangible ou virtuelle).

2.2.2. MODELES DE CONCEPTION DE PRODUIT

Après avoir défini ce qu'est la conception de produit, nous pouvons nous intéresser maintenant aux modèles de celle-ci. Les modèles de conception de produit correspondent aux processus mis en place pour réaliser l'activité de conception. Dans la littérature, il existe de nombreux modèles. Nous en présenterons une approche chronologique (des plus anciens aux plus récents) en choisissant des modèles reconnus dans le monde académique, au travers de normes ou reconnus dans les entreprises. Cette approche historique nous permettra, tout d'abord, de comparer les différents modèles à travers le temps et de remarquer que des similarités existent. De plus, nous pourrions également remarquer l'évolution des modèles d'un point de vue de la représentation de ceux-ci, et du passage d'un modèle linéaire à un modèle circulaire et itératif.

2.2.2.1. *MODELE DE PAHL & BEITZ, 1996*

Pour illustrer les processus de conception de produit, nous choisissons de présenter en premier celui de Pahl & Beitz (Pahl et Beitz 1996). Ce processus, illustré sur la Figure 1, est reconnu dans le monde académique dans le domaine de l'ingénierie mécanique. Il se divise en quatre grandes étapes :

- **Planifier le projet.** Cette première étape a pour objectif de clarifier le projet, d'analyser le marché, de définir les spécifications du futur produit et de mettre en place un cahier des charges ;
- **Conception préliminaire.** Dans cette étape, des premiers concepts de solution, répondant à la problématique soulevée en phase de planification, sont développés. Ils sont ensuite évalués en fonction des critères techniques et économiques définis ;

- **Réalisation.** Cette étape se divise en deux phases :
 - Une première phase de définition de l'architecture du produit en termes de forme, de choix des matériaux ou encore de la structure et de dimensionnement des différents composants du produit ;
 - Un affinage, une amélioration et une évaluation de cette architecture, pour terminer sur une première version des documents techniques permettant de produire le produit ;
- **Conception détaillée.** La dernière étape de ce processus permet de finaliser et préparer les documents de mise en production du produit.

Pour chacune des étapes, des données d'entrée et de sortie sont définies afin de pouvoir commencer l'étape suivante.

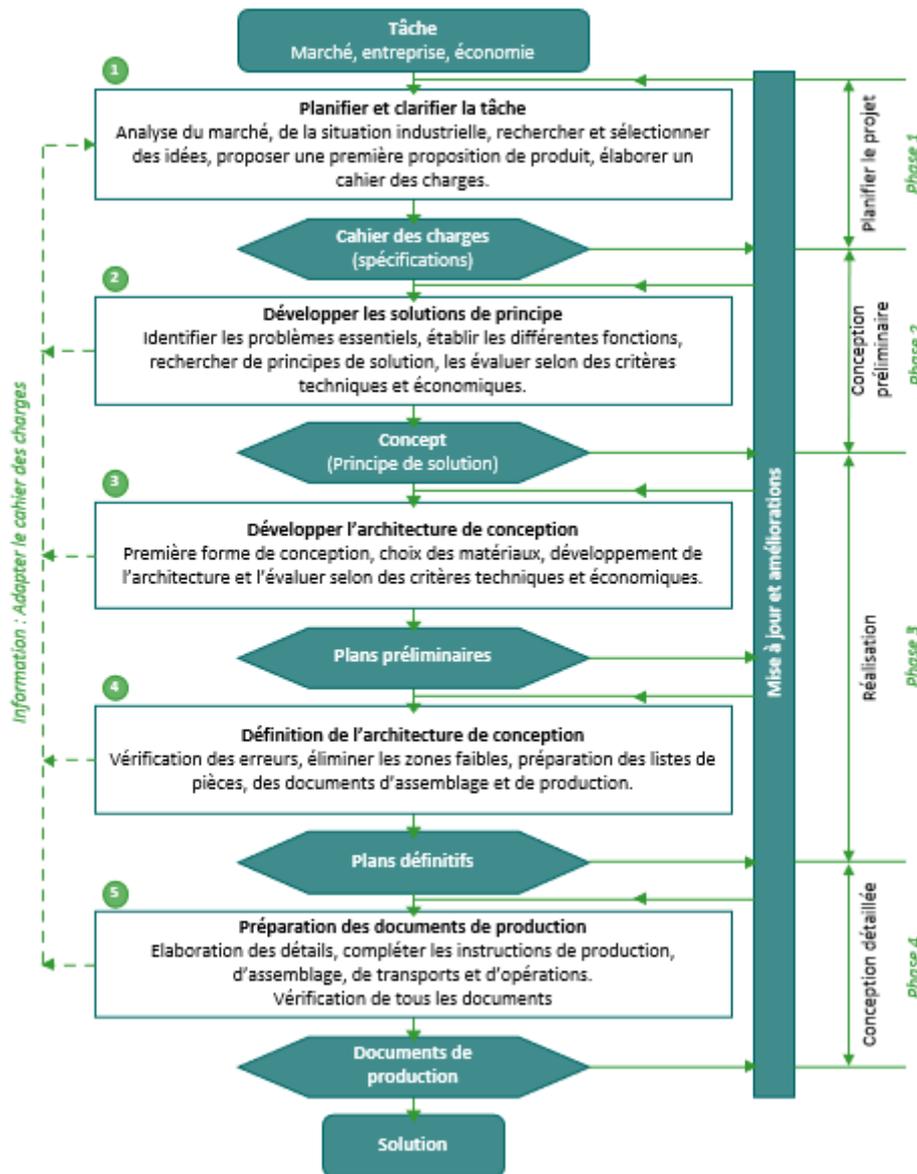


Figure 1 : Modèle de conception de produit d'après Pahl et Beitz (Pahl and Beitz, 1996)

Dans ce premier modèle, nous pouvons remarquer que, bien que le processus soit itératif, grâce à des boucles rétroactives liant les différentes étapes, il est représenté de manière linéaire. Cette représentation montre l'évolution du processus d'une conception préliminaire à une conception détaillée. Cependant, entre ces deux degrés de conception, les étapes de test ne sont pas détaillées. Nous nous intéressons maintenant à un deuxième modèle qui met en avant cette étape du processus et la détaille davantage.

2.2.2.2. *MODELE D'ULRICH ET EPPINGER, 1999*

Le modèle d'Ulrich et Eppinger (Ulrich et Eppinger 1999), représenté en Figure 2, décrit un processus de conception et développement de produit en ingénierie mécanique. Ce processus est divisé en six phases allant de la phase 0 à la phase 5 :

- **Planification (phase 0)** : cette phase correspond au lancement du projet, elle permet de définir les missions, les objectifs et les contraintes du projet,
- **Développement de concepts (phase 1)** : durant cette phase, le besoin est identifié et des premiers concepts sont générés en termes de forme, de fonction, de contraintes, etc. et sont également évalués,
- **Conception au niveau « système » (phase 2)** : cette phase définit l'architecture principale du produit (composants, sous-ensembles, ...). Elle s'achève sur la forme du produit, la spécification de ses fonctions et des techniques d'assemblage de celui-ci,
- **Conception détaillée (phase 3)** : cette phase entre dans les détails de l'architecture du produit. Les spécifications complètes de chaque détail du produit sont détaillées (géométrie, matériaux, performance, coûts, etc.),
- **Tests et amélioration (phase 4)** : cette phase permet de tester différentes versions de prototypes du produit selon plusieurs critères (fiabilité, performance, etc.),
- **Lancement de la production (phase 5)** : cette phase vient conclure le processus de conception en fabriquant le produit selon le système de production envisagé.



Figure 2 : Modèle de conception de produit d'après Ulrich et Eppinger (Ulrich and Eppinger, 1999)

Comme le modèle précédent, ce modèle est présenté de manière linéaire avec différents niveaux de conception. Dans ce cas, nous remarquons trois niveaux distincts : un niveau préliminaire avec le développement de concept, un niveau intermédiaire avec la conception niveau système et un niveau détaillé. Les étapes de conception sont affinées et regroupent des étapes qui précédemment étaient identifiées comme des étapes d'analyse (la définition du cahier des charges, l'identification des spécifications...). A l'inverse, les tests et amélioration sont, cette fois-ci, identifiés comme des étapes et ne sont plus intégrés dans les niveaux de conception.

Etant représenté de manière linéaire, ce modèle ne montre pas d'itération et de communication entre les différentes étapes et les niveaux de conception. Nous proposons donc de nous intéresser à un dernier modèle, issu d'une norme, qui est représenté de manière circulaire et itérative.

2.2.2.3. *MODELE DE LA NORME FD-X50 127 _ « OUTILS DE MANAGEMENT - MAITRISE DU PROCESSUS DE CONCEPTION ET DE DEVELOPPEMENT », 2002*

La norme FD-X50 127 de « Outils de management - Maîtrise du processus de conception et de développement » propose également un processus de conception de produit adapté à l'ingénierie mécanique. Le processus présenté en Figure 3 (AFNOR 2002a) s'articule autour de cinq grandes phases. En amont de ces phases, des données d'entrée fournies par les différents clients (les besoins et les attentes des clients ainsi que les spécifications de conception) sont nécessaires avant de commencer le processus. Tout au long du processus des validations et des revues de conception ont lieu afin de passer à l'étape suivante, ou de passer à une étape de modification avant de reprendre le cours du processus initial. Les cinq étapes principales sont les suivantes :

- **La prise en compte des besoins**, explicites, implicites et potentiels des clients ;
- **La préparation des solutions possibles**, l'objectif est de proposer un ensemble de solutions possibles répondant aux spécifications du besoin soulevées dans la première phase. Ces solutions de principe doivent avoir fait l'objet d'une analyse des risques économiques et techniques, d'une évaluation des ressources humaines et matérielles ainsi qu'une estimation du temps nécessaire au développement de chacune ;
- **Le choix de la (ou les) solution(s) à développer** à l'aide d'une analyse des avantages et des inconvénients de chacune des solutions proposées. Cette étape doit se finir par une liste des actions et des objectifs définis pour achever le développement de la solution ;
- **L'étude détaillée de la (ou des) solution(s) retenue(s)**. Dans cette phase, les spécifications techniques de la solution sont définies (analyse fonctionnelle, définition de la structure, etc.), une conception détaillée de la solution est proposée et la solution est ensuite développée ;
- **La validation / acceptation**. Cette dernière étape permet de mettre en évidence que la solution développée satisfait les besoins initiaux (à l'aide d'essais, de simulations, ...) et de donner l'autorisation pour sa production et son exploitation.

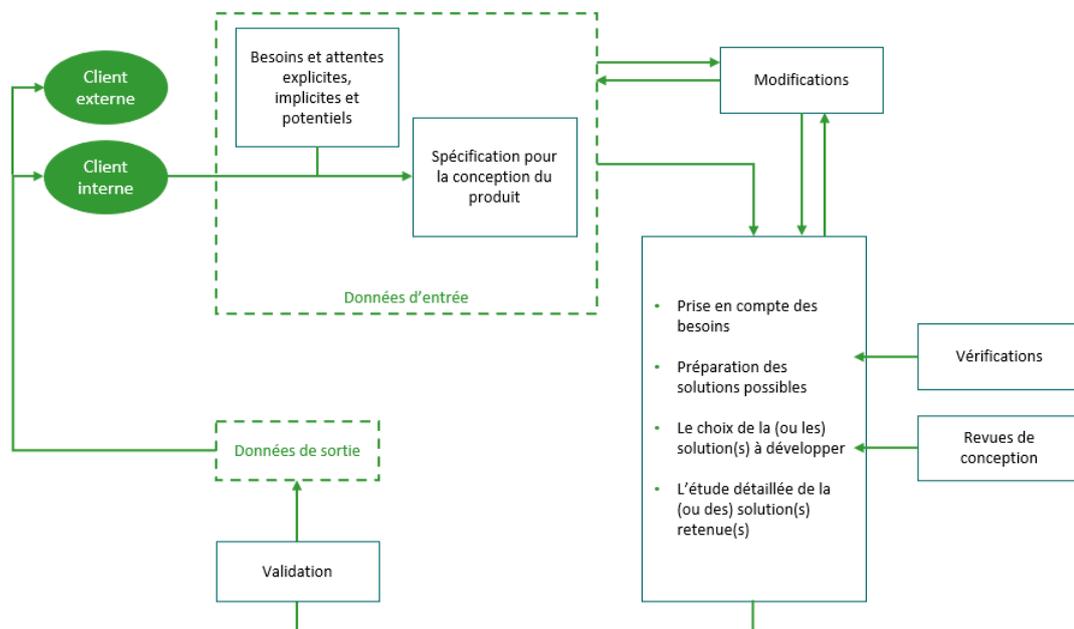


Figure 3 : Modèle de conception de produit d'après la norme FD-X50 127

Ce modèle est le premier représenté de manière circulaire. Cependant, la norme présente cinq étapes principales de la conception de produit, de la prise en compte des besoins à la validation, qui restent représentées de manière linéaire. Nous pouvons également identifier une étape d'analyse qui permet d'apporter une nouvelle notion : les données d'entrée. Elles correspondent aux données nécessaires à l'étape de conception. En fin de processus, les données de sortie sont également introduites. Elles correspondent aux données issues du processus : le produit conçu, les documents de fabrication, de production, les résultats des tests, etc.

L'analyse de ces trois modèles de conception de produit nous permet de retenir différents éléments importants du processus de conception. Dans la partie suivante, nous proposons de les présenter et ainsi de proposer le modèle que nous retiendrons pour la suite.

2.2.2.4. *MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT RETENU*

A travers ces trois modèles de conception de produit historiques (Pahl et Beitz 1996 ; Ulrich et Eppinger 1999 ; AFNOR 2002a), nous pouvons souligner deux points importants : la linéarité des modèles et également la définition de trois étapes principales présentes de manière systématique (l'analyse, la conception et l'évaluation). Pour un souci de compréhension, nous proposons de renommer l'étape de conception en étape de génération.

- **L'étape d'analyse** : elle correspond à la planification et l'analyse du projet. Les objectifs et les missions sont définis, les besoins sont pris en compte et spécifiés, le cahier des charges du produit est mis en place, le marché est analysé, les contraintes sont soulignées, etc.
- **L'étape de génération** : cette étape englobe les différentes étapes de développement du produit. En commençant par la génération d'idées, la conception préliminaire de concepts, la sélection des concepts retenus, jusqu'à la conception détaillée du produit, la définition de l'architecture, des matériaux, des différents éléments le composant, l'analyse fonctionnelle, ... On peut diviser cette phase en deux sous-étapes (Pahl et Beitz 1996): l'étape de génération d'idées préliminaires et l'étape de génération de concepts détaillés,
- **L'étape d'évaluation** : cette dernière étape vise à tester les solutions, apporter des améliorations, puis valider que le ou les produits répondent aux attentes initiales, pour lancer la production.

Ces différents éléments nous permettent donc de retenir un premier modèle de conception de produit que nous représentons en Figure 4.



Figure 4 : Modèle de conception de produit retenu

Nous nous intéresserons maintenant à deux modèles plus récents de conception de produit : les modèles proposés par Hillen (Hillen et Mathieu 2016) et par la norme ISO 9241-210 (AFNOR 2019). Nous verrons qu'à travers ces modèles, issus respectivement des domaines du design produit et de la conception centrée sur l'opérateur, ou l'utilisateur, des processus itératifs sont proposés.

2.2.2.5. *MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT DE HILLEN, 2014*

Le modèle proposé par Hillen, illustré en Figure 5, a pour objectif de proposer des produits qui allient les attentes des utilisateurs, la faisabilité technologique et la viabilité économique (Hillen et Mathieu 2016). Il se décompose en trois grandes phases :

- **L'inspiration** : la première phase consiste à comprendre le projet et plus précisément les futurs utilisateurs du produit. Il faut donc observer les différentes situations pour développer un point de vue sur le projet,
- **L'idéation** : Tim Brown définit cette étape comme « le processus de générer, développer et tester des idées qui peuvent aboutir en solutions » (T. Brown 2010),
- **L'implémentation** : cette phase commence quand les idées sont assez matures et consiste à transformer ces concepts en réels produits.

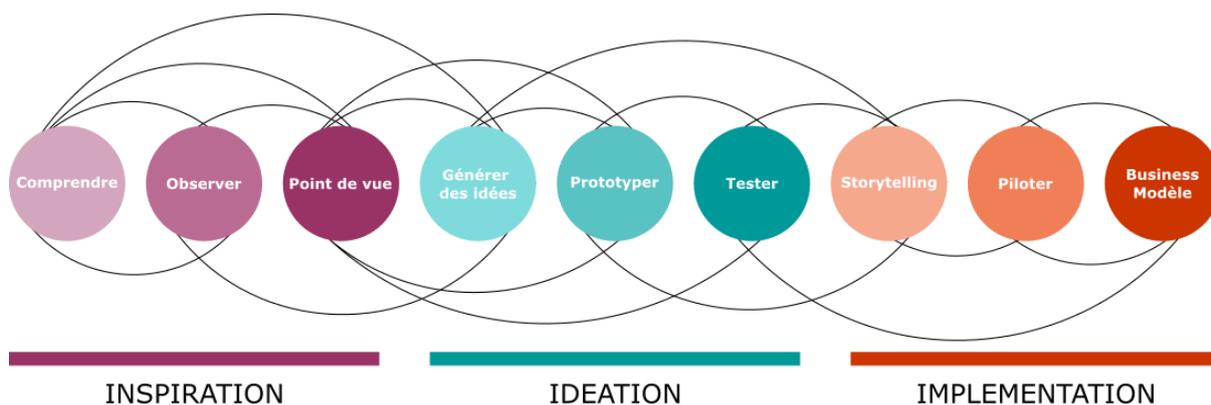


Figure 5 : Modèle de conception de produit d'après Hillen (Hillen, 2014)

Ce premier modèle reprend les trois phases identifiées précédemment. La phase d'analyse est représentée à travers celle d'inspiration, la phase de génération à travers celle d'idéation et enfin la phase d'évaluation à travers celle d'implémentation. Ces phases sont divisées en trois étapes qui permettent d'identifier différents niveaux de réalisation. L'élément important, que nous souhaitons mettre en avant, est les nombreuses interactions qui existent entre les différentes étapes. Cela souligne le côté itératif du processus de conception de produit. Cependant, la représentation du modèle reste peu lisible. Nous nous intéressons donc à un autre modèle, plus récent, qui propose une représentation plus explicite.

2.2.2.6. *MODELE DE LA NORME ISO 9241-210 _ « CONCEPTION CENTREE SUR L'OPERATEUR HUMAIN POUR LES SYSTEMES INTERACTIFS », 2019*

Ce modèle est un modèle de conception pour les systèmes interactifs centrée sur l'opérateur humain présenté en Figure 6. Il peut être considéré comme un modèle de conception de produit centrée utilisateur et issu des courants de l'ergonomie et de l'informatique (AFNOR 2019). Il se décompose en quatre grandes phases :

- **Comprendre et spécifier le contexte d'utilisation** : l'objectif est de comprendre et spécifier le contexte qui s'appliquera au futur produit. Cette étape consiste donc à recueillir et à analyser les informations relatives au contexte d'usage,
- **Spécifier les exigences des utilisateurs** : cette étape permet d'identifier les besoins des utilisateurs et les exigences fonctionnelles relatives au produit,
- **Elaborer des solutions de conception** : dans cette étape, les premiers concepts sont générés en fonction du contexte d'utilisation défini et des résultats des deux précédentes phases,
- **Evaluer la conception** : cette dernière étape permet d'évaluer les solutions dans un contexte réel et de mettre en avant les points d'amélioration de celles-ci.

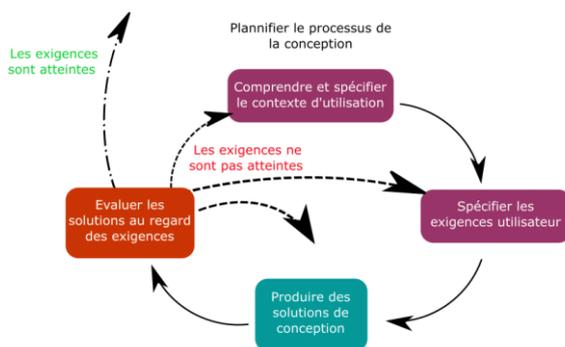


Figure 6 : Modèle de conception de produit interactif centrée sur l'opérateur humain d'après la norme ISO 9241-210

Contrairement au modèle précédent, ce dernier modèle comprend les phases standards de la conception sans les détailler en étapes et reste représenté sous forme itérative. Il montre des boucles rétroactives entre l'étape d'évaluation et les autres étapes.

La présentation de ces deux modèles permet de souligner l'évolution des modèles historiques linéaires en modèles circulaires et itératifs. Nous pouvons donc proposer une nouvelle représentation de notre processus de conception afin de suivre cette évolution également.

2.2.2.7. NOUVEAU MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT RETENU

A travers ces deux nouveaux modèles (Hillen et Mathieu 2016 ; AFNOR 2019), il apparaît que les trois mêmes phases se distinguent : l'analyse, la génération et l'évaluation, et qu'elles se positionnent dans un modèle itératif. Des allers-retours entre les différentes étapes sont présents. A la suite de la phase d'évaluation, si celle-ci n'est pas satisfaite, le modèle reboucle sur une phase d'analyse jusqu'à ce que la solution satisfasse les exigences initiales.

Nous proposons, à la suite notamment du modèle (Pahl et Beitz 1996) de diviser chacune des étapes sur le même modèle que celle de l'étape de génération : une phase d'analyse et d'évaluation préliminaires et une phase d'analyse et d'évaluation détaillées. De cette manière, le processus de conception doit suivre au minimum deux itérations : une première boucle préliminaire, suivie d'une boucle de conception détaillée. Le processus suit ensuite des itérations jusqu'à ce qu'une solution finale soit déterminée, testée et validée.

Dans le cadre de nos travaux, nous proposons donc de retenir le modèle de conception de produit présenté en Figure 7.

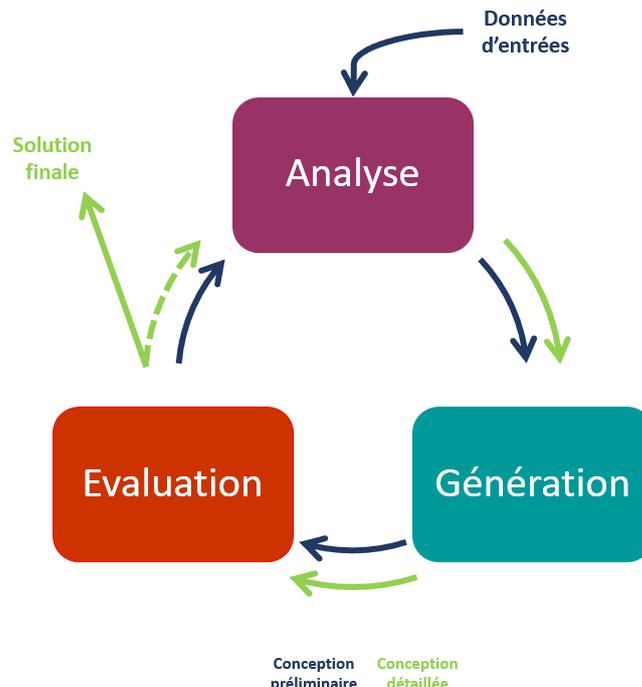


Figure 7 : Nouveau modèle de conception de produit retenu

Dans cette partie, nous avons pu nous concentrer sur la conception de produit et notamment les processus de cette étape de l'innovation. Nous avons proposé d'analyser l'évolution des modèles de conception d'un point de vue historique tout en nous intéressant à des domaines différents. Cette étude a débuté avec une analyse des modèles fondateurs (Pahl et Beitz 1996 ; Ulrich et Eppinger 1999 ; AFNOR 2002a), issus de l'ingénierie mécanique, qui montrent une représentation linéaire de la conception. Les modèles plus récents étudiés (Hillen et Mathieu 2016 ; AFNOR 2019), issus du design et de l'ergonomie, mettent en avant une évolution de la représentation des modèles vers une représentation circulaire qui promeut des liens entre les différentes étapes.

Tous ces modèles nous ont permis d'identifier trois étapes génériques de la conception de produit : l'analyse, la génération et l'évaluation. L'enchaînement de ces trois étapes et les itérations qui en découlent permettent de passer d'un niveau préliminaire de conception, à un niveau détaillé avant d'aboutir à un produit fini.

La conception de produit s'adapte en fonction des défis à relever. Aujourd'hui, un des défis clairement identifié par les sociétés, est la production de produits plus respectueux de l'environnement. Cette étape de conception de produit est

primordiale et décisive dans la maîtrise des impacts environnementaux des futurs produits. Des modèles spécifiques, pour la prise en compte de ces enjeux, sont, par conséquent, mis en place. Dans ce cas, nous parlerons d'éco-conception de produit.

2.3. L'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT

Dans cette partie, nous présenterons l'éco-conception à travers une définition générale de celle-ci et en mettant en avant les caractéristiques qui la différencient de la conception telle que nous l'avons définie dans la section 2.2. Nous proposerons ensuite un modèle d'éco-conception de produit que nous retiendrons pour la suite de notre manuscrit, avant de nous intéresser aux méthodes et aux outils dédiés à cette nouvelle démarche. Nous concluons sur une évaluation des outils en fonction des caractéristiques de l'éco-conception que nous aurons définies en amont : l'approche multi-étapes, multicritères, multi-niveaux, l'interdisciplinarité et la nécessité d'iso-qualité.

2.3.1. DEFINITION DE L'ECO-CONCEPTION

La norme AFNOR de 2002 propose la définition de l'éco-conception suivante : « l'intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit » (AFNOR 2002b). Cette définition nous dit que l'éco-conception est donc une activité de conception, comme nous avons pu la présenter précédemment, qui s'accompagne d'une intégration des aspects environnementaux. Cette même norme définit les aspects environnementaux comme les éléments du produit, du process, du service ou de l'activité qui sont susceptibles d'interagir avec l'environnement. Dans une directive datée de 2009, le parlement européen propose la définition suivante : « l'intégration des caractéristiques environnementales dans la conception du produit en vue d'améliorer la performance environnementale du produit tout au long de son cycle de vie » (Parlement européen et du Conseil 2009). Cette définition permet d'ajouter deux notions à la définition précédente. La première notion est celle de la performance environnementale d'un produit. Cette dernière correspond aux résultats atteints en fonction des objectifs environnementaux définis préalablement à l'activité de conception de produit (AFNOR 2015b). La seconde notion ajoutée est celle de l'approche multi-étapes. Cette approche consiste à prendre en compte toutes les étapes du cycle de vie d'un produit (de l'extraction des matières premières à sa fin de vie) au cours des activités de conception. Cinq grandes étapes, illustrées sur la Figure 8, rythment le cycle de vie d'un produit : l'extraction des matières premières, la fabrication, les transports, l'usage et la fin de vie (AFNOR 2006). Cependant, selon les auteurs, d'autres étapes peuvent être proposées comme : la distribution, la valorisation, les phases de maintenance et de réparation, l'étape de transformation des matières, etc. (Barcella et Bazzaro 2023 ; Capuz-Rizo et al. 2002).

En 2016, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) publie un guide pratique de l'éco-conception qui nous donne la définition de l'éco-conception de produit suivante : « Le but de l'éco-conception est de réduire, de façon préventive, les impacts environnementaux, tout en conservant la qualité d'usage des produits » (ADEME 2016). Cette définition permet de compléter les deux précédentes en soulignant la nécessité d'iso-qualité des produits éco-conçus, c'est à dire qu'il est important de ne pas dégrader les fonctionnalités souhaitées du produit.

A ces éléments, l'ADEME ajoute un autre élément primordial : l'interdisciplinarité (ADEME 2016). Nous proposons de retenir la définition de l'interdisciplinarité suivante, « l'utilisation combinée de plusieurs disciplines, entraînant des transformations réciproques dans chacune d'elles » (Hamel 1997 ; Charrier 2016). En effet, pour que l'activité d'éco-conception arrive à un succès commercial, il faut que les différentes parties prenantes, ou les utilisateurs du produit en question, interviennent tout au long du processus de conception. Dans notre cas, nous choisissons de simplifier la notion d'interdisciplinarité par l'implication de différents métiers.

Hélène Teulon agrmente aussi sa définition par une pensée multi-niveaux, ou pensée systémique (Teulon 2014). Il est nécessaire de se poser la question du système à prendre en compte, pour penser le système dans son ensemble, « sur-système » et « sous-système » inclus.

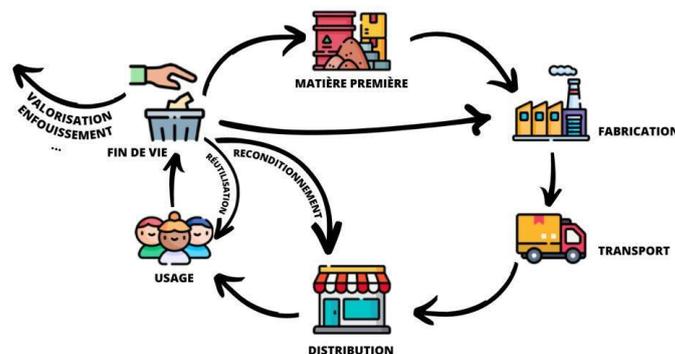


Figure 8 : Cycle de vie simplifié d'un produit

Ces différentes définitions permettent de mettre en avant les éléments définitionnels présentés en Figure 9 :

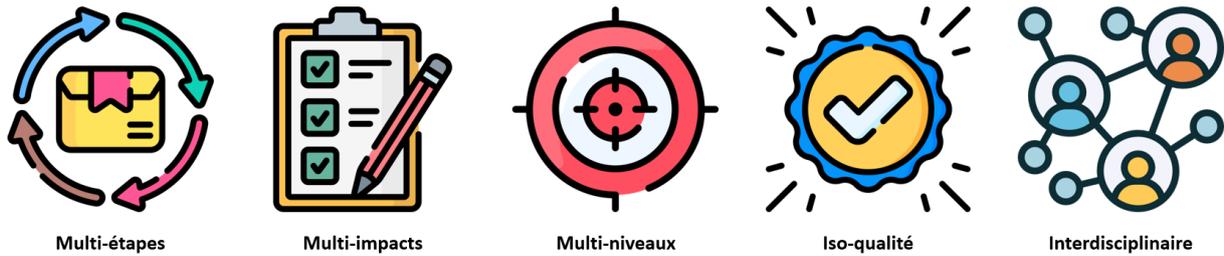


Figure 9 : Représentation synthétique des caractéristiques de l'éco-conception de produit

- **Prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie** (AFNOR 2006). Nous utiliserons le vocable multi-étapes pour caractériser l'éco-conception.
- **Prise en compte de tous les impacts environnementaux**. Les impacts environnementaux sont considérés comme les modifications, qu'elles soient bénéfiques ou négatives, induites, totalement ou partiellement, par un produit (AFNOR 2002b). Nous parlerons dans ce cas d'une approche multi-impacts.
- **Multiniveaux** (Teulon 2014). Le système doit être pris dans son ensemble.
- **Iso-qualité**. Le produit conçu doit conserver ses caractéristiques souhaitées. La prise en compte des impacts environnementaux ne doit pas dégrader les caractéristiques techniques du produit (ADEME 2016).
- **Interdisciplinaire** (ADEME 2016). Les différents acteurs métiers du processus de conception de produit doivent être impliqués.

À la suite de l'analyse de ces différentes définitions, nous proposons donc la définition suivante :

Eco-conception : démarche de conception interdisciplinaire et multi-niveaux visant à réduire l'ensemble des impacts environnementaux négatifs d'un produit sur l'ensemble des étapes de son cycle de vie, sans pour autant dégrader les fonctionnalités techniques ou fonctionnelles de celui-ci.

2.3.2. MODELES D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT

Après avoir défini ce qu'est l'éco-conception, nous pouvons nous intéresser maintenant aux modèles de celle-ci. Deux modèles d'éco-conception de produit apparaissent comme particulièrement prégnant dans la littérature : le modèle proposé par la norme ISO 14062, qui présente comment intégrer les aspects environnementaux dans un modèle de conception de produit classique, et le modèle proposé par l'association Pôle Eco-Conception, qui présente la mise en place d'une démarche d'éco-conception.

2.3.2.1. *MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT DE LA NORME ISO 14062 _ « MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL — INTEGRATION DES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DANS LA CONCEPTION ET LE DEVELOPPEMENT DE PRODUIT, 2002*

Comme nous l'avons vu, l'éco-conception fait partie intégrante de la conception. Cependant elle reste une pratique spécifique de la conception et dispose d'un processus qui lui est propre. Ce processus, illustré en Figure 10, est défini dans la norme ISO 14062 (AFNOR 2002b). Il se divise en six grandes étapes :

- **Planification** : cette étape a pour but de formuler les exigences du produit en analysant les différents facteurs internes et externes qui exerceront une influence sur celui-ci. Cette étape prend en compte notamment une analyse du besoin, des attentes du client et de la situation du marché. A la fin de cette étape, un cahier des charges est attendu.
- **Conception préliminaire** : cette étape est une étape de conceptualisation. Elle permet de générer et d'évaluer différents concepts de manière itérative afin de ne sélectionner que les concepts répondant le mieux au cahier des charges pour la phase suivante.
- **Conception détaillée** : dans cette étape, les concepts sélectionnés sont développés en détail afin de répondre aux spécifications.
- **Essais / Prototype** : les différentes conceptions détaillées sont prototypées et testées. On cherche à vérifier si les exigences techniques et environnementales sont atteintes et viables.
- **Production**, lancement sur le marché : dans cette étape, on prend en compte la communication et la présentation faite autour du produit. Le but est de lancer le produit sur le marché et d'inciter les clients à se le procurer.
- **Revue du produit** : cette revue permet de vérifier si le produit répond bien aux attentes spécifiées et de collecter des retours des différents clients et parties prenantes afin d'améliorer les produits futurs.

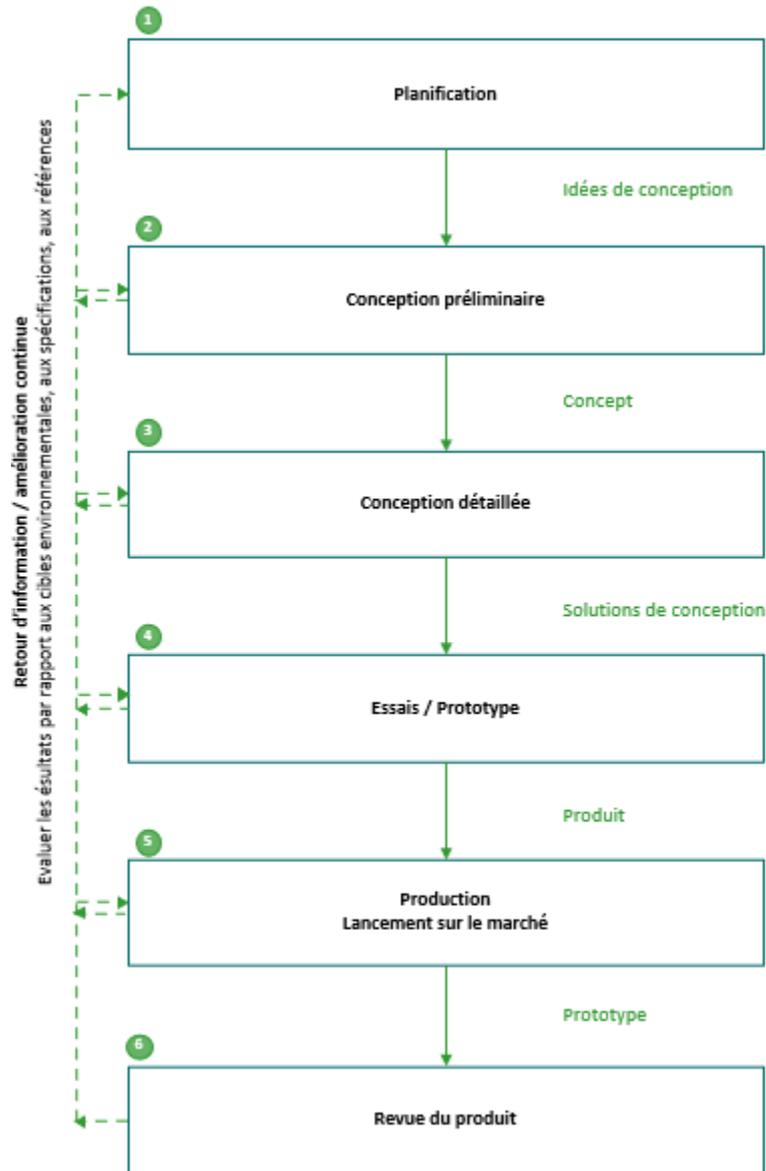


Figure 10 : Modèle d'éco-conception de produit d'après la norme ISO 14062

Bien que ce modèle soit présenté comme un modèle d'éco-conception, nous pouvons remarquer que peu de références aux impacts environnementaux sont faites. De plus, les caractéristiques que nous avons identifiées ne sont pas présentes dans sa représentation. Ainsi il n'est pas fait, par exemple, référence explicite aux problématiques liées au cycle de vie du produit, à l'iso-qualité, l'interdisciplinarité, etc. Ces dimensions peuvent résulter de procédures de mise en œuvre du processus d'éco-conception, mais elles n'apparaissent pas formellement dans le modèle. De plus, ce modèle est représenté de manière linéaire malgré des boucles rétroactives. Pourtant, nous avons pu remarquer que les modèles de conception ont tendance à évoluer vers une représentation itérative et circulaire. Ces nouvelles pratiques permettent une flexibilité et une agilité plus grande au cours de la conception. Nous proposons donc de nous intéresser à la démarche d'éco-conception mise en place par le Pôle Eco-Conception qui s'aligne avec ces nouveaux modèles de conception de produit.

2.3.2.2. MODELE DU POLE ECO-CONCEPTION

Le Pôle Eco-Conception a développé un modèle d'éco-conception itérative représentée en Figure 11 (Pôle éco-conception 2017) et qui se divise en six étapes différentes :

- **Identification des enjeux (A sur la Figure 11)** : permet de dimensionner le projet pour qu'il soit le plus adapté au contexte,
- **Evaluation environnementale (B)** : dans cette phase, un focus sur l'identification des enjeux environnementaux du produit est réalisé. Ce sera à la base de la stratégie environnementale définie mais également de la mesure de la performance environnementale du produit final.
- **Recherche de piste d'éco-conception (C)** : cette étape est celle de la génération d'idées. On conceptualise les premières idées, on les matérialise ensuite dans le but de les évaluer aux prochaines étapes. Tout au long de cette étape, une pensée cycle de vie est nécessaire,
- **Aide à la décision (D)** : la hiérarchisation ayant lieu à cette étape permet de valider ou non les concepts générés dans la phase précédente,
- **Evaluation environnementale comparative (E)** : on évalue finalement les impacts environnementaux du ou des concepts retenus pour les comparer avec notre situation initiale,
- **Communication (F)** : le produit est mis sur le marché en valorisant la démarche déployée.

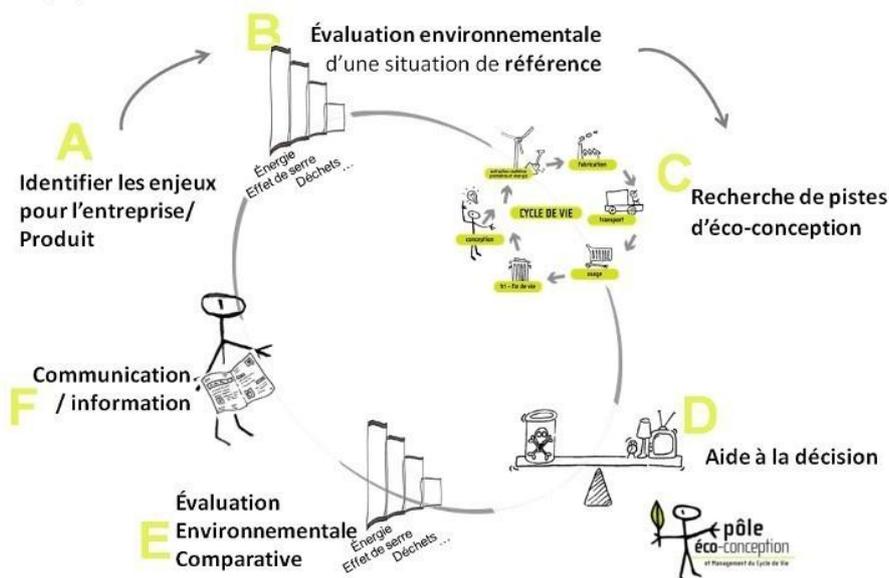


Figure 11 : Modèle d'éco-conception de produit d'après le pôle éco-conception (Pôle éco-conception, 2017)

Ce deuxième modèle s'aligne avec les processus plus récents proposés en conception de produit. De plus, contrairement au modèle précédent, on peut remarquer que des références environnementales sont faites à chacune des étapes du processus. Deux des caractéristiques de l'éco-conception sont également mises en avant. Nous retrouvons l'approche multi-étapes au cours de l'étape de « recherche de pistes d'éco-conception », et nous pouvons identifier l'approche multi-impacts aux deux étapes d'évaluations (étapes B et E).

Les deux modèles présentés s'inscrivent dans l'évolution des modèles de conception de produit que nous avons mise en avant précédemment. Nous pouvons remarquer le passage d'une représentation linéaire vers une représentation circulaire.

Cependant, les références aux impacts environnementaux dans ces deux modèles permettent de les identifier comme des modèles d'éco-conception de produit. Le deuxième modèle se distingue également par des références à deux des caractéristiques de l'éco-conception que nous avons identifiées dans notre analyse de la littérature. Ces différents éléments nous permettent de souligner les similitudes entre les modèles de conception et d'éco-conception de produit tout en mettant en avant les éléments spécifiques à l'éco-conception. Cette analyse des deux modèles proposés nous permet de proposer un modèle d'éco-conception de produit.

2.3.2.3. *MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT RETENU*

Les deux modèles d'éco-conception de produit (AFNOR 2006, 200 ; Pôle éco-conception 2017) que nous avons pu présenter dans la partie précédente nous permettent de proposer un modèle simplifié. En les analysant, nous pouvons remarquer que les mêmes étapes génériques apparaissent. Dans le premier modèle présenté, issu de la norme ISO 14062, nous pouvons rapprocher l'étape de planification de celle générique d'analyse, les deux étapes de conception préliminaire et de conception détaillée, ainsi que l'étape de production, se regroupent dans l'étape de génération, et les dernières étapes peuvent être identifiées comme des étapes d'évaluation. Pour le second modèle (Pôle éco-conception 2017), nous pouvons identifier les étapes d'identification des enjeux et de la première évaluation environnementale, comme une étape d'analyse. L'étape suivante, de recherche des pistes d'éco-conception, s'apparente à une étape de génération. Et les trois dernières étapes : l'aide à la décision, l'évaluation environnementale comparative et la communication, sont des étapes d'évaluation.

Ces trois étapes génériques et l'évolution des modèles vers une représentation circulaire, nous permettent de rapprocher le modèle d'éco-conception de produit à celui de conception de produit. Les modèles d'éco-conception de produit se distinguent par des références aux impacts environnementaux des produits conçus mais également aux caractéristiques de l'éco-conception à travers la mise en avant de l'approche multi-étapes et multi-impacts. Cependant, nous pouvons remarquer qu'aucune référence à la dimension interdisciplinaire de l'éco-conception, à sa nécessité d'iso-qualité ou à son approche multi-niveaux n'est faite. Pour cela, nous proposons donc le modèle présenté en Figure 12 en tant que modèle d'éco-conception de produit pour la suite du manuscrit.

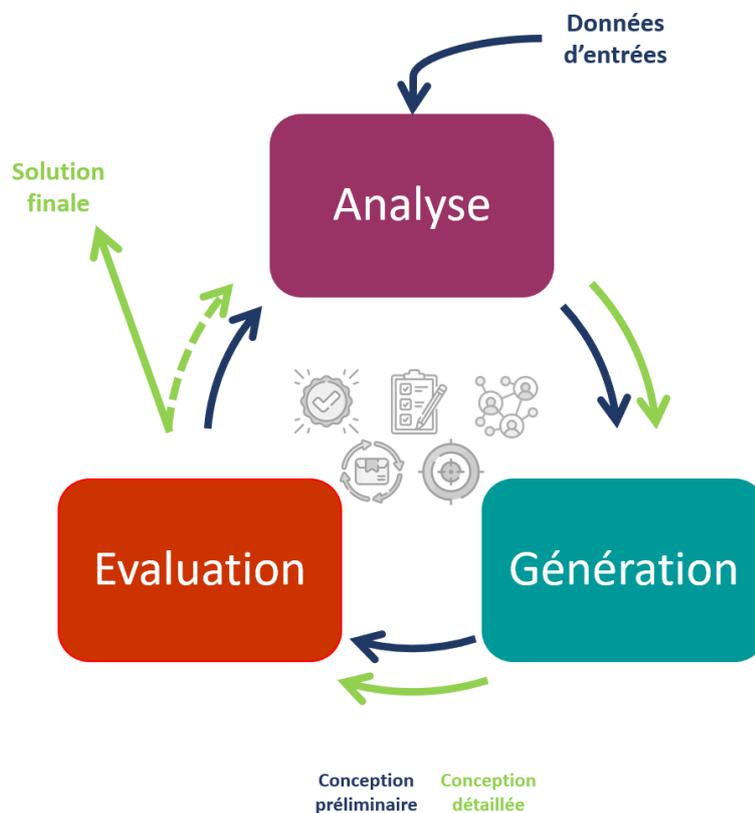


Figure 12 : Modèle d'éco-conception de produit retenu

Maintenant que nous avons pu définir ce qu'est l'éco-conception et définir un modèle d'éco-conception de produit, à travers une analyse de la littérature, nous pouvons nous intéresser aux différentes méthodes et outils mis en place tout au long du processus pour accompagner les différents acteurs dans la conception de produit plus respectueux de l'environnement.

2.3.3. METHODES ET OUTILS POUR SOUTENIR L'ECO-CONCEPTION

Pour accompagner les différents acteurs tout au long du processus d'éco-conception de produit, différents outils existent. Dans une étude réalisée par Rousseaux, plus de 650 outils d'éco-conception sont dénombrés (Rousseaux et al. 2017). Dans cette partie, nous présentons les catégories de méthodes et outils reconnus dans la littérature, en nous appuyant sur des exemples concrets. Pour chacune des méthodes et outils présentés, nous étudierons leurs avantages et inconvénients, nous les positionnerons également dans le processus d'éco-conception et analyserons s'ils répondent aux caractéristiques de l'éco-conception. Puis, nous conclurons cette partie en comparant les différentes méthodes et outils analysés dans le Tableau 6 et le Tableau 7, ce qui nous permettra de mettre en avant les limites des méthodes et outils existants.

Nous commencerons notre présentation par la catégorie la plus reconnue (Herrmann et Moltesen 2015 ; Speck et al. 2016), les méthodes et outils d'analyse de cycle de vie.

2.3.3.1. **LES METHODES ET OUTILS D'ANALYSE DE CYCLE DE VIE (ACV)**

L'Analyse de Cycle de Vie est le seul outil d'éco-conception normalisé à ce jour. Il fait l'objet de nombreux travaux de normalisation internationale, ISO 140 40, ISO 140 41, ISO 140 42, ISO 140 43, ISO 140 44, et est défini comme la « compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produit au cours de son cycle de vie » (AFNOR 2006). Une Analyse de Cycle de Vie comporte quatre étapes principales :

- **La définition des objectifs** : cette étape va permettre de définir les limites de l'étude, le périmètre étudié, l'unité fonctionnelle choisie, les impacts étudiés et les méthodes d'obtention utilisées,
- **L'inventaire** : cette étape correspond au recueil des données qui seront nécessaires à l'étude, l'ensemble des entrants et sortants en termes d'énergie, de matière, de ressources... L'inventaire doit être identifié et quantifié,
- **L'évaluation des impacts sur l'environnement** : cette évaluation va traduire les différents flux identifiés précédemment en impacts environnementaux. Pour ce faire, différentes méthodes de calculs et des logiciels spécialisés existent (Herrmann et Moltesen 2015),
- **L'interprétation des résultats** : cette étape combine les résultats des deux étapes précédentes. L'objectif est de tirer des conclusions de cette combinaison, fournir les limitations de l'étude mais également donner des recommandations.

En plus d'être un outil d'évaluation, l'ACV est également un outil d'aide à la décision d'après la norme X 30-300 (AFNOR 1994). Mais bien que reconnue par les entreprises, l'ACV reste un outil très souvent complexe à implémenter (J. Garcia 2015) au vu du temps et du coût de mise en œuvre nécessaires (Guilloux 2009). Pour réaliser une ACV rigoureuse, il est nécessaire de connaître le produit analysé (ses matériaux, ses composants, son processus de fabrication, son usage, etc.) (Guilloux 2009). Un autre frein à l'implémentation de l'ACV complète est le niveau d'expertise requis. Une ACV complète ne peut pas être réalisée par des personnes non formées (Bellini et Janin 2019). Le manque de ressources et d'experts rend difficile sa mise en place (Medzinski 2007).

Pour rendre cette intégration plus facile, des outils d'ACV simplifiés ont été développés. Toutes les étapes du cycle de vie ne sont pas prises en compte et/ou l'on ne considère pas tous les impacts, ... Les logiciels développés sont également plus intuitifs et faciles d'utilisation.

Nous pouvons donc placer les ACV complètes au moment de l'évaluation détaillée où le produit, et son cycle de vie, sont parfaitement connus. L'ACV simplifiée, plus facile à mettre en place mais nécessitant plus d'hypothèses, peut s'implémenter dans les étapes d'évaluation préliminaire ou d'analyse détaillée.

Au regard des caractéristiques de l'éco-conception que nous avons définies, nous pouvons considérer les ACV, complètes et simplifiées, comme répondant aux caractéristiques de multi-étapes et multi-impacts de l'éco-conception. Cependant, dans le cas des analyses de cycle de vie simplifiées, ces deux critères peuvent ne pas être remplis simultanément. Par ailleurs, dans les deux cas, ces méthodes et outils ne proposent pas une approche multi-niveaux et interdisciplinaire. De plus, elles n'interrogent pas la qualité du produit.

Nous présentons maintenant une catégorie de méthodes et outils s'inscrivant dans les mêmes étapes du processus d'éco-conception mais qui présentent certaines caractéristiques manquantes aux ACV : l'approche multi-niveaux et interdisciplinaire.

2.3.3.2. LES APPROCHES MATRICIELLES

De nombreux outils développés suivent les approches matricielles. En effet, ces approches permettent de confronter de manière qualitative les impacts environnementaux généraux d'un produit en fonction de l'étape du cycle de vie considérée. Il existe plusieurs approches reconnues.

Une première approche matricielle est l'**approche ESQCV** – Evaluation Simplifiée et Qualitative du Cycle de Vie – présentée dans la norme FD X30-310 (AFNOR 1998). Cette approche met en confrontation les étapes du cycle de vie face aux problèmes environnementaux suivants : pollutions et déchets, épuisement des ressources naturelles et bruits, odeurs, atteintes à l'esthétique. L'évaluation se fait à travers des dires d'experts ou des données existantes et vise à identifier les enjeux environnementaux liés au produit évalué qui déboucheront sur une appréciation qualitative telle que « défavorable », « favorable », « très favorable ». Les appréciations « absences de données » et « sans objet » peuvent également être données pour une totale transparence. La grille d'évaluation finale prend donc la forme du Tableau 1.

	Extraction des matières premières	Production	Distribution	Utilisation	Traitement du produit usagé
Pollutions et déchets (Quantité, toxicité)					
Epuisement des ressources naturelles (Quantité utilisée, origine renouvelable ou non, ressource abondante ou rare)					
Bruits, odeurs, atteintes à l'esthétique					
Légende, appréciation :					
- Défavorable					
± Favorable					
+ Très favorable					
? Absence de données					
0 Sans objet					

Tableau 1 : Représentation de l'approche matricielle ESQCV

Cette première approche permet d'avoir une évaluation qualitative de différents impacts environnementaux d'un produit sur tout son cycle de vie. Deux des caractéristiques de l'éco-conception sont donc respectées à travers cette matrice. Le document présentant la matrice nous apprend également, qu'afin de la compléter, des experts des différents domaines (produit, matériaux, process, etc.) doivent participer (AFNOR 1998). Nous pouvons donc présenter cette approche comme une approche interdisciplinaire. Par contre, elle n'est pas présentée comme une approche multi-niveaux, et se concentre uniquement sur le produit étudié. Elle ne questionne pas non plus l'iso-qualité du produit. Par contre, elle présente comme avantage majeur de ne pas nécessiter une expertise particulière pour l'utiliser. Une formation est nécessaire mais ce sont les experts des domaines qui indiquent les impacts en fonction des étapes du cycle de vie.

Une deuxième approche matricielle reconnue est celle de la **matrice MET** développée par Brezet en 1997 (H. Brezet et Van Hemel 1997) et représentée avec le Tableau 2. Cette matrice, contrairement à l'ESQCV, se focalise sur les flux fonctionnels ayant lieu à différentes étapes du cycle de vie du produit. A chaque étape sont répertoriés les flux entrants et/ou sortants de Matériaux, d'Energie et de Toxicité. Initialement l'approche se focalisait sur trois étapes principales du cycle de vie : la production, l'usage et la fin de vie. Aujourd'hui, bien que toujours qualitative, la matrice se veut plus complète.

MET MATRIX				
		Matériaux (Entrants/sortants)	Energie (Entrants et sortants)	Toxicité (Sortants)
Matériaux et composants issus des fournisseurs				
Production et autres opérations sur site du producteur				
Distribution				
Utilisation	Usage			
	Maintenance			
Fin de vie	Récupération			
	Valorisation			

Tableau 2 : Représentation de la matrice MET

Ainsi, bien que détaillée sur les étapes du cycle de vie, ce qui en fait une approche multi-impacts, elle ne prend en compte aucun autre critère de l'éco-conception. En effet, elle ne considère que le produit évalué. Ce sont les flux qui sont pris en compte et non les impacts, et elle est présentée comme pouvant être remplie par une personne seule. Pour la compléter au mieux, il est malgré tout nécessaire de bénéficier d'une formation.

Ces deux outils permettent d'obtenir des évaluations rapides des impacts environnementaux des produits évalués. Contrairement aux outils d'ACV, ces outils sont moins énergivores et coûteux, mais nécessitent également d'avoir des connaissances dans le domaine afin d'être utilisés à leur plein potentiel. Ils permettent également de couvrir de nouvelles étapes de notre processus d'éco-conception. Ces méthodes et outils peuvent être utilisés en étapes d'analyse et d'évaluation préliminaires. Dans les deux étapes, le caractère qualitatif des approches ne leur permet pas d'être utilisées dans les étapes de conception détaillées. D'autres méthodes et outils, présentés comme plus visuels pour les utilisateurs, sont proposés afin de faciliter leur compréhension. Nous présenterons donc cette catégorie, les éco-profilés, à travers deux exemples différents.

2.3.3.3. LES ECO-PROFILS

Les éco-profilés sont des outils qui offrent une évaluation qualitative des impacts environnementaux d'un produit plus visuelle que les approches matricielles. Ces outils peuvent également permettre de comparer deux produits entre eux à travers des diagrammes radars. Nous nous focaliserons sur deux d'entre eux : l'EcoCompass et la roue de LiDS.

L'EcoCompass (Fussler et James 1996), illustré par la Figure 13, a été conçu pour visualiser les données environnementales d'un produit dans un modèle simple qui pourra être inclus dans un processus de prise de décision (Jones et Harrison 2000). Ces données s'articulent autour de six axes principaux :

- *Mass intensity* : quantité de matières utilisée par unité de produit,
- *Energy intensity* : quantité d'énergie utilisée par unité de produit,
- *Extending Service and Function* : proposition d'avantages de fonction, de service, sur le produit,
- *Health and Environmental Risk* : quantité de substances dangereuses émises dans l'air, le sol et l'eau,
- *Resource Conservation* : quantité de ressources rares utilisées,
- *Revalorization* : quantité de déchets non recyclés de manière efficace.

Ces six axes, notés de zéro à cinq, vont permettre de comparer les nouvelles versions d'un produit par rapport à la version de référence. Le produit de référence se voit accorder la note de deux sur tous les axes. Puis le nouveau produit peut varier entre zéro, l'impact environnemental double, et cinq, l'impact environnemental est réduit par un facteur quatre.

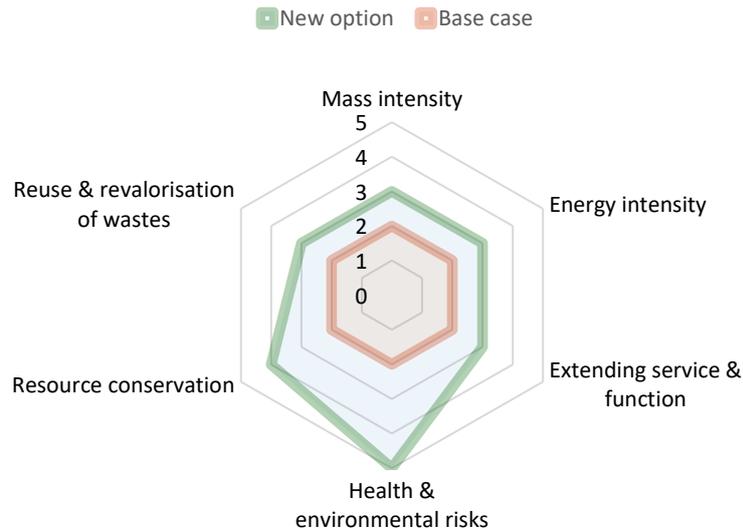


Figure 13 : Exemple d'un EcoCompass

Ce premier éco-profil permet d'évaluer de manière qualitative les différents impacts environnementaux du produit évalué. De plus, contrairement aux méthodes et outils présentés précédemment, il permet également d'avoir un comparatif visuel entre deux éléments. Cependant, aucune des autres caractéristiques de l'éco-conception n'est prise en compte dans l'EcoCompass.

La roue de LiDS (Han Brezet 1997), représentée en Figure 14, aussi appelée la roue de Brezet, est très similaire à l'outil précédent. Elle permet de comparer deux produits en fonction de huit axes :

- @ : Développement de nouveaux concepts,
- 1 : Sélection de matériaux à faible impact,
- 2 : Réduction de l'utilisation de matériaux,
- 3 : Optimisation des techniques de production,
- 4 : Optimisation du système de distribution,
- 5 : Réduction des impacts en phase d'utilisation,
- 6 : Optimisation de la durée de vie initiale,
- 7 : Optimisation du système de fin de vie.

A la différence de l'outil précédent, cet outil apporte une évaluation multi-niveaux du produit. Les axes 1 et 2 se focalisent sur les composants, les axes 3, 4 et 5 s'intéressent à la structure du produit et les axes 6, 7 et @ prennent en compte le système entier du produit (Cluzel 2011). De plus, une version détaillée de cette roue de Brezet existe. Pour chaque axe, des pistes de solutions, répertoriées dans le Tableau 3, sont données pour améliorer l'impact environnemental du produit. Cette approche intègre également la caractéristique de la pensée cycle de vie. Dans les différents axes évalués, nous pouvons voir les étapes clés du cycle de vie des produits : les matières premières, la production, la distribution, l'utilisation et la fin de vie. Cependant, cette approche n'intègre pas la caractéristique du multi-impacts. L'interdisciplinarité et l'iso-qualité ne sont également pas directement adressées. Nous pouvons néanmoins noter que le support visuel offert par les éco-profil permet un accès rapide et aisé aux résultats de l'analyse, ce qui peut faciliter le travail interdisciplinaire.

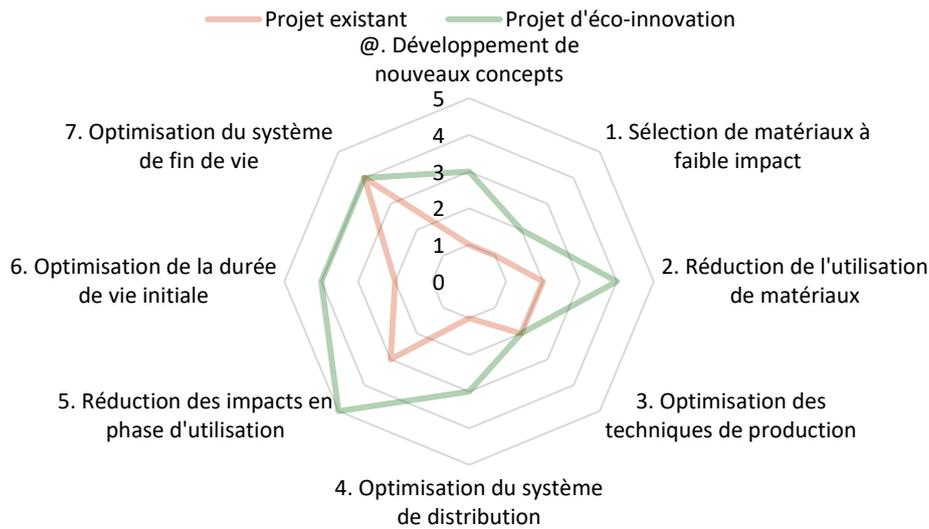


Figure 14 : Exemple d'une roue de LiDS

@. Développement de nouveaux concepts	<p>Dématérialisez le produit en offrant un service qui satisfait les mêmes besoins</p> <p>Facilitez l'utilisation du produit par plusieurs personnes</p> <p>Intégrez les fonctions de plusieurs produits dans un seul produit</p> <p>Optez pour une conception modulaire</p>
1. Sélection de matériaux à faible impact	<p>Éliminez les matériaux dangereux pour l'environnement</p> <p>Privilégiez des matériaux renouvelables</p> <p>Choisissez des matériaux à faible contenu énergétique</p> <p>Maximisez l'utilisation de matériaux recyclés</p> <p>Optez pour des matériaux recyclables</p>
2. Réduction de l'utilisation de matériaux	<p>Réduisez le poids du produit en utilisant moins de matériaux ou des matériaux plus légers</p> <p>Minimisez le volume du produit pour optimiser son transport</p> <p>Restreignez l'utilisation de différents matériaux pour faciliter le tri</p>
3. Optimisation des techniques de production	<p>Optez pour des moyens de production réduisant les rejets dans l'air, l'eau, le sol</p> <p>Réduisez le nombre d'étapes de production</p> <p>Utilisez les énergies propres et des moyens de production présentant la meilleure efficacité énergétique</p> <p>Visez le « zéro déchet ultime »</p> <p>Minimisez les consommables en cours de production</p>
4. Optimisation du système de distribution	<p>Réduisez les emballages et utilisez des matériaux d'emballage moins nocifs pour l'environnement</p> <p>Utilisez des moyens de transport efficaces et présentant de faibles impacts environnementaux</p> <p>Optimisez la logistique (éliminez les transports à vide, réduisez les distances parcourues, les manipulations et les stockages, etc.)</p>
5. Réduction des impacts en phase d'utilisation	<p>Diminuez la consommation énergétique du produit</p> <p>Utilisez des sources d'énergie propre</p> <p>Réduisez les consommables requis pendant l'utilisation</p> <p>Utilisez des consommables moins nocifs pour l'environnement</p>
6. Optimisation de la durée de vie initiale	<p>Améliorez la qualité et la fiabilité du produit</p> <p>Facilitez l'entretien, les réparations et les mises à jour</p> <p>Utilisez des composants standards pour faciliter les réparations</p> <p>Optez pour un design classique pour éviter l'obsolescence du produit</p> <p>Favorisez l'entretien du produit par l'utilisateur</p>
7. Optimisation du système de fin de vie	<p>Développez des façons de réutiliser le produit pour lui donner une seconde vie</p> <p>Encouragez la remise à neuf du produit pour prolonger sa vie</p> <p>Facilitez le démontage du produit pour maximiser son recyclage</p> <p>Minimisez les déchets et les rejets dans l'eau, l'air et le sol lors de l'élimination du produit</p>

Tableau 3 : Pistes d'amélioration apportées par la roue de LiDS

Les deux éco-profils que nous avons présentés répondent à des caractéristiques de l'éco-conception que nous avons déjà pu voir. La roue de LiDS permet notamment une approche multi-niveaux que nous ne retrouvons dans aucun des outils présentés. De plus, ces méthodes et outils, comme la catégorie précédente, permettent d'avoir une analyse et une évaluation préliminaires des produits. La roue de LiDS, grâce aux pistes d'amélioration qu'elle apporte, peut également être utilisée dans une étape de génération détaillée.

Cependant, que ce soient les analyses de cycle de vie, les approches matricielles ou encore les éco-profils, chacune de ces approches est générique et ne s'adaptent pas au produit évalué. La prochaine catégorie que nous étudierons est présentée comme une approche adaptable en fonction des produits étudiés et du contexte dans lequel elle est implémentée.

2.3.3.4. LES CHECKLISTS

Les *checklists*, ou listes de contrôle, sont des outils permettant « au concepteur d'évaluer si le produit est respectueux de l'environnement en répondant à des questions précises pour chaque phase du cycle de vie » (Bellini et Janin 2019). Les réponses aux questions peuvent être qualitatives, quantitatives, notées sur une échelle de niveaux, ... Les *checklists* peuvent prendre la forme d'un tableau, comme représenté dans le Tableau 4.

Critère pour accroître la durabilité du produit)	Pertinent pour le produit	Caractéristiques	A	B	C	Pas de données
Fiabilité		Au-dessus de la moyenne				
		Moyenne		<input type="checkbox"/>		
		Au-dessous de la moyenne				
Dégradation		Faible dégradation (utilisation normale) et concernant seulement les composants aisément échangeables				
		Dégradation moyenne affectant des composants échangeables		<input type="checkbox"/>		
		Forte dégradation sans possibilité d'échanger des composants				
Conception intemporelle		Conception intemporelle				
		Conception contemporaine		<input type="checkbox"/>		
		Conception soumise à l'effet de mode (court terme)				
Utilisation des modules		Structure modulaire				
		Structure partiellement modulaire		<input type="checkbox"/>		
		Structure complexe				
Développements techniques futurs		Conception adaptable aux développements futurs				
		Adaptation possible		<input type="checkbox"/>		
		Adaptation impossible				
Facilité de nettoyage		Nettoyage aisé				
		Coût du nettoyage acceptable		<input type="checkbox"/>		
		Nettoyage impossible				
Maintenance		Pas de maintenance nécessaire				
		Maintenance peu coûteuse		<input type="checkbox"/>		
		Maintenance coûteuse				
Réparation		Réparation facile et économique				
		Coût de réparation acceptable		<input type="checkbox"/>		
		Réparation impossible				
Période de garantie		Supérieure à 5 ans				
		Inférieure à 5 ans		<input type="checkbox"/>		
		Inférieure à 1 ans				
Evaluation						
A : Situation idéale						
B : Situation acceptable						
C : Besoin urgent d'agir						

Tableau 4 : Exemple d'une *checklist* d'après (Bergendahl et Segerberg 1997)

Cet outil est facilement développable et adaptable afin d'être spécifique à une catégorie de produit ou à une étape du processus de conception (Samet Kallel 2010). Dans la littérature, il est même fortement conseillé aux entreprises de développer leur *checklist* spécifique (Vezzoli et Sciamia 2006) comme a pu le faire *Philipps* à travers son *Eco-Estimator* ou encore son *Fast Five awareness* (Philips Electronics 1997).

Bien que les *checklists* soient un outil adaptable, elles sont présentées comme un outil ne répondant qu'aux deux caractéristiques suivantes : multi-impacts et multi-étapes. Comme les outils précédents, à travers les *checklists*, nous retrouvons une évaluation du produit, mais qui, du fait de son niveau de précision supérieur aux éco-profilés ou aux approches matricielles, peut s'utiliser en analyse détaillée ou en évaluation préliminaire. Cependant, comme la majorité des méthodes et outils présentés jusqu'à présent, les *checklists* ne fournissent pas nécessairement des leviers

d'éco-conception pour accompagner les concepteurs dans leur choix de conception. La catégorie qui va maintenant nous intéresser, est une catégorie exclusivement liée à ces leviers.

2.3.3.5. LES GUIDELINES

Les *guidelines*, sont « des listes de recommandations succinctes qui peuvent être classées selon la stratégie d'éco-conception poursuivie » (Bellini et Janin 2019). En effet, nous pouvons trouver des listes orientées cycle de vie, utilisateur, économie circulaire, etc. Toutes ces listes ont été développées pour accompagner les concepteurs dès les premières étapes du processus de conception pour améliorer la performance environnementale des produits conçus (Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019). Nous pouvons retrouver les *guidelines* en complément d'autres outils, comme la roue de LiDS ou des *checklists*, mais également comme des outils indépendants.

Il n'existe pas de liste universelle. Dans la littérature, nous pouvons retrouver différentes listes orientées selon la stratégie suivie, écrites en différentes langues, publiées sous différents supports, livres, articles, normes... Chaque liste peut donc être considérée comme un outil spécifique que nous regroupons dans la même catégorie. Pour illustrer cette catégorie, nous présentons l'outil *guidelines* proposé par Teulon (Teulon 2014) dans le Tableau 5.

Réduire la quantité de matériaux	Valoriser la réutilisation
Choisir des matériaux à impacts réduits	Valoriser le recyclage
Choisir des matériaux non-toxiques	Valoriser l'énergie consommée
Choisir des matériaux sans additifs toxiques	Valoriser le compostage
Choisir des matériaux non énergivores	Limiter les impacts de la fraction « non valorisable »
Choisir des matériaux renouvelables	Avoir des fonctionnalités plus intensives
Choisir des matériaux plus abondants	Avoir des fonctionnalités extensives (plus de fonctions)
Choisir des matériaux recyclés	S'adapter à l'environnement et à l'utilisation
Choisir des matériaux recyclables	Augmenter la durée de vie technique
Réduire la consommation d'énergie	Augmenter la durée de vie effective
Choisir des énergies à impacts limités	Prévenir l'obsolescence programmée
Réduire les consommations de ressources	Prévenir l'obsolescence esthétique
Diminuer les impacts	Assurer la mise à disposition de pièces pour la réparation
Diminuer les émissions dans l'eau	Assurer la mise à disposition des compétences
Diminuer les émissions dans l'air	Développer l'attachement de l'utilisateur
Diminuer les émissions dans les sols	Prévenir la mise au rebut prématurée
Diminuer la production de déchets	Informier pour améliorer le comportement de l'utilisateur
Réduire le volume et la masse des emballages	Modifier le produit pour qu'il soit mieux utilisé
Réduire les impacts des emballages	Optimiser / Intensifier l'usage de la matière (du produit ou service)
Augmenter la durée de vie de l'emballage	Suppression / Substitution de matière
Avoir une action combinée produit/emballage	Utilisation de systèmes biologiques
Limiter le besoin de nettoyage	Imitation de systèmes biologiques
Faciliter le nettoyage	Questionner le besoin de transport
Limiter le besoin de maintenance	Limiter la distance de transport
Faciliter la maintenance	Moins de retour à vide
Limiter l'impact des consommables	Optimiser volume / masse de stockage pendant le transport
Favoriser la collecte et le pré-traitement	Choisir des transports à impact réduit
Valoriser le produit	Limiter les dommages sur les produits pendant le transport

Tableau 5 : Outil *guidelines* proposé par Teulon (Teulon, 2014)

Bien que chaque liste ait un objectif propre, des recommandations sont données pour différentes étapes du cycle de vie d'un produit. Cette catégorie est également présentée comme étant multi-impacts. En effet, dans les recommandations, nous retrouvons des leviers liés aux impacts environnementaux tels que la consommation d'énergie, l'épuisement des ressources, la toxicité liée aux émissions, etc. Nous pouvons aussi retenir que cette catégorie est multi-niveaux. Elle prend en compte l'environnement dans lequel le produit s'intègre et donne des recommandations à ce sujet.

De plus, ces listes de recommandations sont la première catégorie de méthodes et outils d'éco-conception que nous présentons, qui s'utilise exclusivement en étape de génération, préliminaire et détaillée. Les recommandations

permettent aux concepteurs d'avoir des leviers d'éco-conception et de les accompagner dans leur génération d'idées sans qu'ils soient sensibilisés ou formés au sujet. De ce fait, elles permettent de s'adresser à tous les acteurs potentiels du projet. Elles sont donc interdisciplinaires. La problématique de la qualité demeure non adressée comme sur l'ensemble des autres méthodes et outils présentés.

Les *guidelines* peuvent être utilisées aux deux niveaux de l'étape de génération du processus d'éco-conception de produit. C'est le seul outil que nous identifions comme tel dans la littérature. Nous nous intéressons maintenant à deux autres catégories utilisables en étape de génération mais chacune à un niveau spécifique.

2.3.3.6. LISTES DE SUBSTANCES

Les listes de substances sont des listes de connaissances pour les concepteurs. Contrairement aux *guidelines*, cette catégorie d'outil ne donne pas des recommandations mais des informations afin « d'exclure ou de minimiser l'emploi de certains matériaux ou substances dangereuses dans la composition d'un produit » (Bellini et Janin 2019). Généralement basées sur les normes et les réglementations en vigueur, les entreprises peuvent adapter ces listes ou en créer de nouvelles (Samet Kallel 2010). La liste la plus reconnue à ce jour est celle donnée par la loi REACH (règlement n°1907/2006) qui a pour objectif de sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques en Europe en recensant, évaluant et contrôlant les substances fabriquées, importées et mises sur le marché européen. En 2018, c'est environ 20 000 substances qui sont reconnues comme représentant un risque potentiel.

Afin de rendre cet outil plus ludique, des entreprises proposent des formes variées. L'OVAM¹ a développé en 2005 son premier *Ecolizer*. L'*Ecolizer* a été conçu pour permettre aux concepteurs d'analyser l'impact environnemental de leurs produits et de faire des choix de conception sur les axes suivants : matériaux, emballages, transports, procédés de fabrication, énergie, composants électriques et substances chimiques. L'outil prend la forme d'un nuancier où chaque page correspond à un élément particulier détaillé à travers différents « éco-indicateurs » qui résument l'impact environnemental des différents éléments. Nous prenons en exemple la page sur le bronze, Figure 15, pour illustrer l'*Ecolizer*.

Bronze		02.02
PRODUCTION mPt/kg		
Bronze/kg**		938
PROCESSING mPt		
Drilling, CNC*/kg		787 (1)
Drilling, conventional/kg		772 (1)
Turning, CNC*/kg		830 (1)
Turning, conventional/kg		780 (1)
Sheet rolling/kg		11 (1)
Enamelling/m²		841 (1)
Milling/kg		dna
Casting/kg		dna
Stamping/kg		40 (1)
Contour/kg		dna
Ultrasonic welding/m		0,17 (1)
RECYCLING mPt/kg		
Process		76 (1)
Primary material saved		-938
Total		-862 (1)
WASTE TREATMENT mPt/kg		
Waste treatment scenario in the EU		26 (1)

* Computer Numerical Control.
** Material consisting of 95% Cu and 5% Sn.

Figure 15 : Extrait de l'outil Ecolizer

¹ L'OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij) est un organisme public flamand responsable de la politique des déchets et de l'assainissement du sol en Flandre.

Comme nous avons pu le présenter précédemment, les listes de substances ne donnent pas de leviers d'éco-conception mais plutôt des informations afin d'aider les concepteurs dans leur choix de conception à la phase de génération détaillée. Cette catégorie est présentée comme multi-étapes. De nombreuses listes existent et reprennent les différentes étapes du cycle de vie d'un produit. Cette approche est également considérée comme multi-impacts. Comme nous pouvons le voir sur la Figure 15, différents impacts sont référencés. Ces listes permettent à des personnes non sensibilisées d'effectuer des choix de conception en fonction des impacts sur l'environnement. Ces listes supportent donc le travail interdisciplinaire.

La dernière catégorie de méthodes et outils que nous présentons, se concentre sur les outils d'organisation des idées, et s'utilise également en étape de génération.

2.3.3.7. OUTILS D'ORGANISATION DES IDEES

Dans cette catégorie, nous présenterons une méthode développée par Elies Jones : le diagramme PIT, *Product Idea Tree* (Jones, Stanton, et Harrison 2001) représenté sur la Figure 16. Ce diagramme permet d'organiser des idées générées en les regroupant autour de points clés de l'éco-conception, en allant du levier général d'éco-conception, au centre, à l'idée la plus concrète, vers l'extérieur.

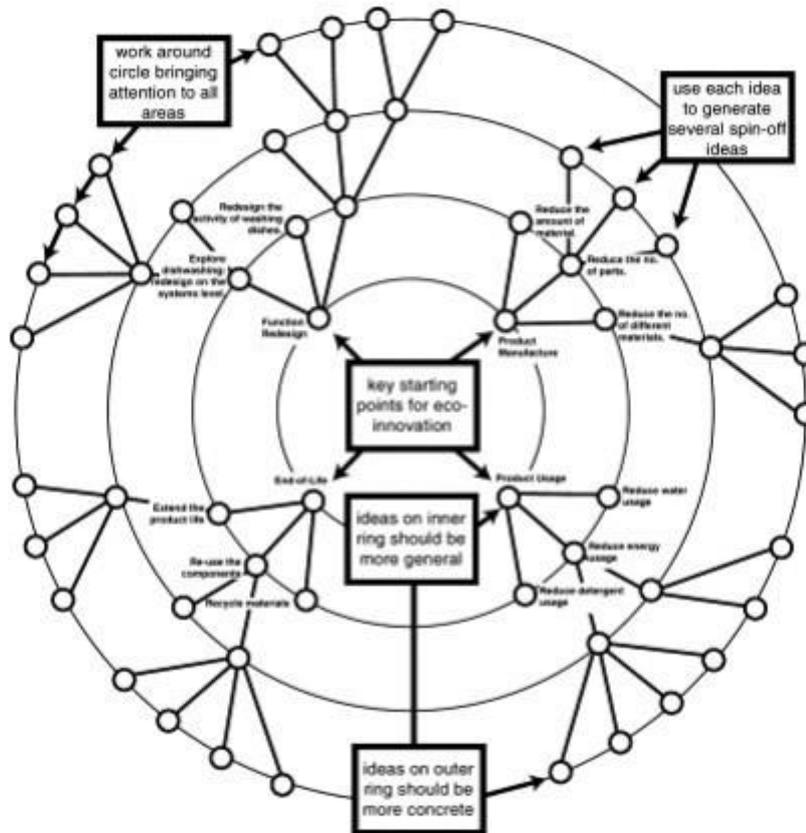


Figure 16 : Illustration du diagramme de PIT (Jones, Stanton, et Harrison 2001)

Cette méthode de structuration des idées ne permet pas de générer des idées (Tyl 2011 ; Samet Kallel 2010) mais de les organiser. Elle sera donc généralement utilisée dans une étape de génération préliminaire d'idées où les idées ne sont pas encore affinées et développées. C'est une méthode facile d'utilisation qui peut être appliquée sans formation. Étant présentée comme une méthode de structuration, ce diagramme ne correspond donc à aucune des caractéristiques de l'éco-conception.

2.3.3.8. SYNTHÈSE SUR LES OUTILS D'ÉCO-CONCEPTION

A travers cette partie, nous avons pu présenter différentes catégories de méthodes et d'outils pour l'éco-conception. Nous avons analysé ces outils selon deux prismes : celui du processus d'éco-conception et celui de ses caractéristiques, nous présenterons ici dans le Tableau 6 et le Tableau 7 une synthèse de cette analyse.

Ainsi, nous présentons dans le Tableau 6, une matrice croisée, issue de l'analyse de la littérature (M. D. Bovea et Pérez-Belis 2012) entre d'une part la liste des méthodes et outils présentés et d'autre part les étapes du processus d'éco-conception de produit présenté sur la Figure 12. Nous rappelons que, selon notre proposition de modèle, le processus d'éco-conception requiert deux itérations minimales qui aboutissent à subdiviser les phases d'Analyse, de Génération et d'Évaluation en deux : la phase préliminaire et la phase détaillée.

		Analyse		Génération		Évaluation	
		Analyse préliminaire	Analyse détaillée	Génération d'idées préliminaires	Génération de concepts détaillés	Évaluation préliminaire	Évaluation détaillée
Analyse de Cycle de vie	ACV complète						X
	ACV simplifiée		X			X	
Approches matricielles	Approche ESQCV	X				X	
	Matrice MET	X				X	
Eco-profiles	EcoCompass	X				X	
	Roue de LiDS	X			X	X	
Checklists			X			X	
Guidelines				X	X		
Listes de substances					X		
Outils d'organisation des idées - Diagramme de PIT				X			

Tableau 6 : Synthèse comparative des phases d'utilisation des outils d'éco-conception dans notre processus d'éco-conception de produit

Pour approfondir cette première synthèse, nous proposons dans le Tableau 7 une analyse des méthodes et outils à travers les éléments clés que nous avons définis pour l'éco-conception : multi-étapes, multi-impacts, multi-niveaux, iso-qualité et interdisciplinarité. Pour compléter ces éléments, nous proposons également d'analyser la nature des résultats fournis par l'outil, si ceux-ci sont quantitatifs ou qualitatifs, et le niveau de connaissances nécessaires pour utiliser l'outil. En effet, un des freins d'utilisation de l'éco-conception est le manque de ressources (van Hemel et Cramer 2002 ; Rossi, Germani, et Zamagni 2016) dû à la difficulté d'utilisation des outils. Nombre d'entre eux nécessitent une expertise ou une formation sur l'outil en question.

		Caractéristiques de l'éco-conception					Nature des résultats		Niveau de connaissances nécessaire			Références
		Approche multi-étapes	Approche multi-impacts	Approche multi-niveaux	Iso-qualité	Interdisciplinarité	Qualitatif	Quantitatif	Pas de connaissances particulières	Sensibilisation ou formation requise	Expertise requise	
Analyse de Cycle de vie	ACV complète	X	X		Non évaluable			X			X	(AFNOR 1998; 1994; 2006; Guilloux 2009; Bellini et Janin 2019; H. Brezet et Van Hemel 1997; Fussler et James 1996; Jones et Harrison 2000; Jones, Stanton, et Harrison 2001; Han Brezet 1997; Cluzel 2011; Tyj 2011; Samet Kallel 2010)
	ACV simplifiée	X	X				X			X		
Approches matricielles	Approche ESQCV	X	X			X	X			X		
	Matrice MET	X					X			X		
Eco-profiles	EcoCompass		X				X			X		
	Roue de LiDS	X		X			X			X		
Checklists		X	X				X	X		X		
Guidelines		X	X	X					X			
Listes de substances		X	X						X			
Outils d'organisation des idées - Diagramme de PIT									X			

Tableau 7 : Synthèse comparative des caractéristiques des outils d'éco-conception

Au regard du processus d'éco-conception de produit et des caractéristiques de l'éco-conception, notre état de l'art met clairement en évidence deux lacunes : le déficit d'outils répondant à toutes les caractéristiques de l'éco-conception de produit et le déficit d'outils pour les phases de génération.

En effet, par exemple, un seul outil est décrit par la littérature comme étant interdisciplinaire, et seulement deux sont multi-niveaux. De plus, de nombreux outils existent pour les phases d'analyse et d'évaluation pourtant peu sont adaptés à la phase de génération. Dans les outils étudiés, seulement quatre sont identifiés pour cette phase. Parmi ces quatre outils, la roue de LiDS est avant tout un outil d'évaluation mais met à disposition une liste de recommandations pour accompagner les concepteurs dans leur choix. Cet outil est donc semblable à l'outil *guidelines*, et ne propose pas réellement un nouvel outil pour la phase de génération. Or, 80% des impacts environnementaux d'un produit sont décidés dès la phase de conception. Il paraît donc indispensable d'avoir des outils pour l'éco-conception tout au long des étapes de conception et notamment à l'étape de génération. En effet, pour innover et concevoir de nouveaux produits respectueux de l'environnement, il est nécessaire pour les concepteurs de générer de nouvelles idées intégrant cette nouvelle dimension. Pour cela, il est donc nécessaire de passer par des phases de créativité.

Nous proposons donc maintenant de nous intéresser à cette étape primordiale de la conception ayant lieu au cours de la phase de génération.

2.4. LA CREATIVITE, ETAPE ESSENTIELLE DE LA CONCEPTION

Nous présenterons dans cette partie la créativité à travers sa définition et son processus. Nous nous focaliserons ensuite sur un lieu, spécifique des entreprises, où la créativité est au cœur des pratiques : les laboratoires d'innovation. Nous présenterons ces pratiques et notamment les sessions de co-créativité mises en place par ces laboratoires d'innovation et à destination des concepteurs pour les accompagner dans leur génération d'idées.

2.4.1. DEFINITION DE LA CREATIVITE

La créativité peut signifier deux choses : l'aptitude humaine à être créatif ou l'activité de créativité.

Nous nous intéressons plus particulièrement à la seconde signification, l'activité de créativité. Dans cette optique, Amabile définit la créativité comme la production (par une personne seule ou un petit groupe de personnes) d'idées utiles et nouvelles (T. Amabile 1996). Une norme, sur le management de la créativité, propose la définition suivante : un « processus consistant à faire naître de nouvelles idées par une réflexion originale » (AFNOR 2014). Bien que finalement annulée, nous faisons le choix de citer cette norme car elle est l'une des seules sur ce domaine. D'autres définitions se trouvent dans la littérature (T. Amabile 1996 ; Boden 2005 ; Bonnardel 2009 ; Lubart et al. 2015). Mais de manière générale les auteurs s'accordent à dire que la créativité est le processus permettant de générer des idées nouvelles et adaptées au contexte dans lequel elles se manifestent, afin d'aboutir à des innovations (Yusuf 2007). Comme le souligne Bonnardel, la créativité est une activité essentielle du processus de conception de produit (Bonnardel 2009).

Nous retenons donc la définition suivante de la créativité :

Créativité : Activité essentielle de la conception permettant de générer des idées nouvelles, originales et efficaces adaptées au contexte dans lequel elles se manifestent.

Dans le cadre de nos travaux de recherche, notre objectif est de renforcer la prise en compte de l'environnement lors des étapes de créativité. Dans cette optique, nous proposons d'introduire un nouveau vocabulaire permettant de spécifier la créativité recherchée : l'éco-créativité que nous définissons de la manière suivante :

Eco-créativité : génération d'idées nouvelles, originales, respectueuses de l'environnement et adaptées au contexte dans lequel elles se manifestent.

2.4.2. PROCESSUS DE CREATIVITE

La créativité suit un processus défini. Différents processus de créativité sont répertoriés dans la littérature. Nous nous intéresserons à trois d'entre eux, reconnus par les experts du domaine. Chacun de ces modèles permettra de détailler plus précisément une étape spécifique du processus. Ils nous permettront de proposer un modèle simplifié que nous utiliserons dans la suite du manuscrit.

2.4.2.1. *MODELE DE WALLAS, 1926*

Le processus de Wallas, présenté en Figure 17, est un processus linéaire se divisant en quatre étapes (Graham Wallas 1926) :

- **La préparation**, cette étape de préparation permet d'identifier le problème, de le comprendre et de compiler les différentes informations sur le sujet.
- **L'incubation**, cette étape vise, pour une durée indéterminée, à lâcher prise, à prendre du recul avec le problème.
- **L'illumination**, ou l'expérience « Eurêka », cette étape est celle où les idées commencent à prendre forme, à se matérialiser en concept concret.
- **La vérification**, elle permet d'évaluer les idées générées, de vérifier qu'elles répondent aux attentes, de les améliorer...



Figure 17 : Modèle de créativité d'après Wallas (Wallas, 1926)

Ce premier modèle nous présente un processus où les étapes sont peu détaillées. Nous proposons donc de nous intéresser à un modèle plus récent, développé par Gelb (Gelb 1996), qui détaille la phase de vérification en la divisant en deux étapes.

2.4.2.2. *MODELE DE GELB, 1996*

Le processus de Gelb (Gelb 1996), illustré en Figure 18, est composé pour sa part de cinq étapes séquencées de manière linéaire :

- **La préparation** : l'objectif est de reformuler le problème, identifier les contraintes et recueillir les différentes informations nécessaires pour répondre au problème,
- **La génération** : cette phase vise à générer puis matérialiser des idées pour répondre au problème,
- **L'incubation** : cette phase est une étape de prise de recul sur les idées qui permettra de mener à bien la phase suivante,
- **L'évaluation** : les idées sont évaluées selon les critères pertinents pour le problème initial,
- **L'implémentation** : les idées retenues sont alors intégrées au projet, communiquées, etc.

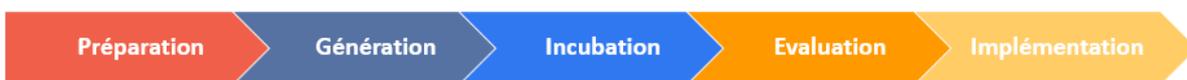


Figure 18 : Modèle de créativité d'après Gelb (Gelb, 1996)

La phase de vérification est ici divisée en deux étapes : une étape d'évaluation et d'implémentation. A travers l'étape d'implémentation, ce modèle permet de mettre en avant que la créativité ne s'arrête pas à la génération d'idées et à leur évaluation, mais que les idées doivent ensuite être intégrées dans les projets.

Comme dans le modèle de Wallas (Graham Wallas 1926), ce processus présente une étape de préparation peu détaillée. Le troisième modèle auquel nous nous intéressons définira de manière plus précise cette étape.

2.4.2.3. *MODELE D'AMABILE, 1996*

Le dernier processus détaillé est celui d'Amabile (T. Amabile 1996), qui se divise également en cinq étapes. Ce processus est représenté Figure 19.

- **L'identification du problème**, elle permet de définir le problème auquel il faudra répondre,
- **La préparation**, cette étape comporte la collecte des données nécessaires à la résolution du problème : les données techniques, les données d'usage, etc.
- **La génération**, l'objectif est de générer différentes idées pour répondre au problème soulevé en première étape,
- **La vérification**, cette étape sert à évaluer la pertinence des idées et à sélectionner les plus prometteuses,
- Et **la communication**, cette dernière étape permet de communiquer sur les résultats obtenus et développés.



Figure 19 : Modèle de créativité d'après Amabile (Amabile, 1996)

Pour ce dernier processus, nous remarquons que la phase d'identification du problème est séparée de celle de la préparation. Dans un premier temps, l'objectif est de définir le problème et les objectifs, puis seulement de préparer l'étape de génération en collectant les données nécessaires.

Ces trois modèles nous ont permis d'avoir une meilleure compréhension du processus de créativité et de proposer un modèle général que nous retiendrons pour le reste de notre manuscrit.

2.4.2.4. *MODELE DE CREATIVITE RETENU*

Comme le souligne Bonnardel, trois étapes majeures peuvent être identifiées à travers ces processus : la préparation, la recherche de solutions et l'implémentation (Bonnardel 2009). Nous proposerons de retenir donc ces trois étapes clés du processus de créativité et de retenir le modèle de créativité illustré Figure 20 :



Figure 20 : Modèle de créativité retenu

Les étapes retenues correspondent à :

- **La préparation.** Cette étape comprend l'identification du problème, du contexte, des besoins et des objectifs. Des données sont ensuite collectées pour aider à répondre au problème ou servir de sources d'inspiration pour l'étape suivante.
- **L'idéation.** La génération d'idées a pour objectif de générer un maximum d'idées possibles pour répondre à la problématique soulevée, puis de les affiner, pour obtenir des concepts plus détaillés avant de les évaluer afin de retenir un ou des concepts définitifs. Cette étape suit donc une succession d'étapes de divergence et de convergence sur le modèle proposé par le Design Council (Design Council 2006). Dans cette étape, des phases d'incubation peuvent apparaître.
- **L'implémentation.** Dans cette étape, les concepts sélectionnés sont alors développés, prototypés et testés. Une communication sur les concepts finaux est également réalisée.

Ces activités de créativité peuvent être réalisées seul ou en groupe. Dans le cas des activités en groupe, nous parlons alors de **co-créativité**.

Ces activités de créativité apparaissent tout au long du processus de conception (Lobbé 2018) et d'éco-conception de produit comme illustrées sur la Figure 21 à travers des ampoules. Le nombre exact d'activités de créativité n'est pas défini dans le processus de conception de produit. Il varie fortement en fonction des typologies de projets, d'équipes projets, etc. Par contre, ces activités créatives seront, par définition même, des phases du processus d'éco-conception de produit, plus nombreuses durant la phase de génération.

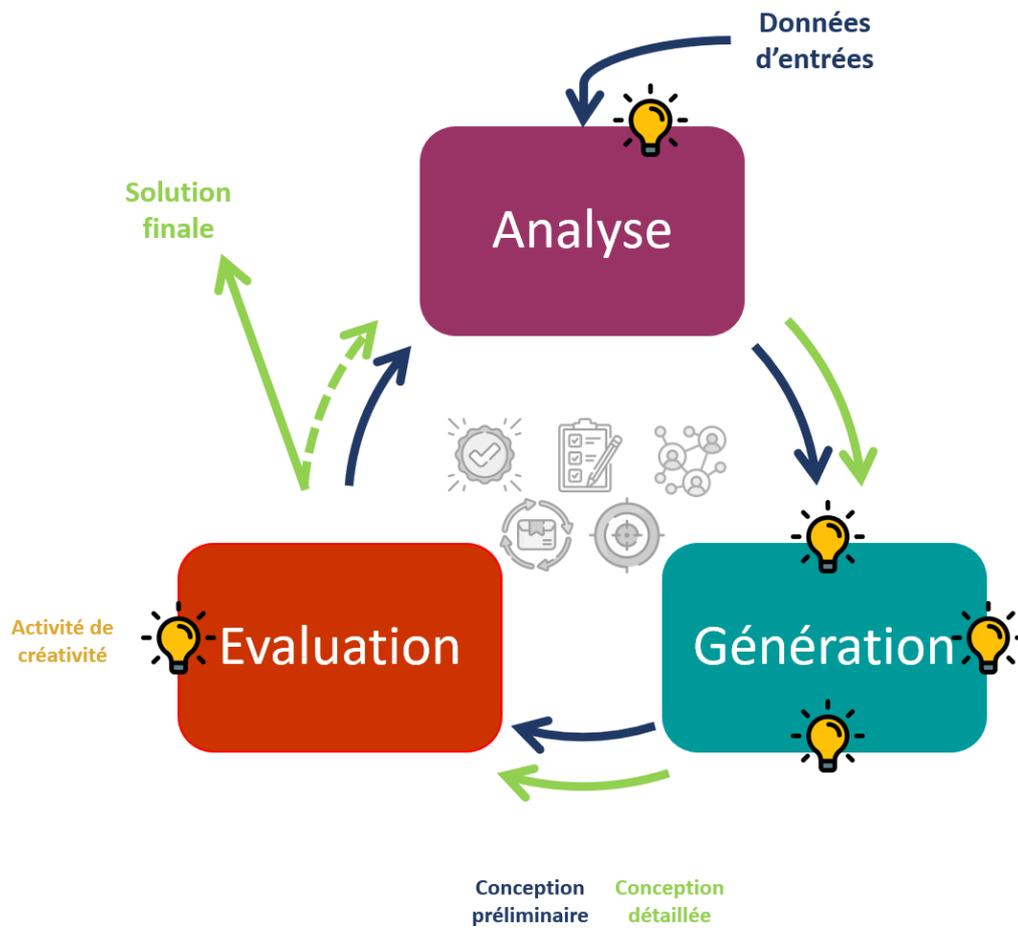


Figure 21 : Modèle d'éco-conception de produit retenu intégrant les étapes de créativité représentées par des ampoules

Comme nous avons pu le voir, ces activités de créativité suivent un processus particulier et ont une place spécifique dans le modèle de conception de produit. Par ailleurs, des lieux spécifiques, dédiés à la créativité, ont vu le jour dans les dernières années : les laboratoires d'innovation.

2.4.3. LE LABORATOIRE D'INNOVATION : UN LIEU DEDIE A LA CREATIVITE

Ces laboratoires d'innovation ont pour objectif de renouveler les modalités d'innovation en vue de répondre aux grandes tendances d'innovation et de les replacer au centre de nos pratiques actuelles. Ces tendances sont développées par Mérindol dans son livre blanc des Open Labs (Merindol et al. 2016):

- **Tendance n°1 : « Remettre « l'Homme » et les usages au cœur des processus d'innovation, et plus largement au cœur des processus économiques et sociaux ».** A travers ces laboratoires, les usagers (client, technicien, utilisateur...) des différentes étapes du cycle de vie d'un produit, d'un process, d'un service, etc. sont mis au cœur du processus de conception de produit. Des processus d'innovation particuliers sont mis en place : l'innovation centrée utilisateur, pour et par les utilisateurs.
- **Tendance n°2 : « Donner un nouveau souffle aux processus d'exploration et d'innovation des entreprises ».** Ces laboratoires d'innovation ont pour objectif de stimuler la créativité (notion définie en partie 2.4.1) des personnes en les rendant plus interactives notamment en leur proposant de nouveaux outils et de nouvelles méthodes afin de renouveler les processus de conception et d'innovation actuels entre les différents acteurs.
- **Tendance n°3 : « Aborder la transition numérique ».** Aujourd'hui, de nombreux auteurs s'accordent à dire que nous sommes en train de vivre la quatrième révolution industrielle (Kohler et Weisz 2016 ; Lauzier et Lemieux 2018). Après la période de la mécanisation, de l'électrification puis de l'automatisation, nous sommes actuellement dans la période de la numérisation et du digital qui peut notamment se traduire par l'émergence de l'Intelligence Artificielle et de l'« Industrie 4.0 ». Les laboratoires d'innovation accompagnent donc cette transition et sont des acteurs majeurs de celle-ci.
- **Tendance n°4 : « Revaloriser les compétences pratiques ».** Les savoirs pratiques sont mis en avant par opposition aux laboratoires de R&D standards où les savoirs théoriques sont favorisés. Les mouvements DIY (*Do It Yourself* – Fais-le toi-même) et DIWO (*Do It With Other* – Fais-le avec les autres) sont au cœur de ces nouvelles pratiques.
- **Tendance n°5 : « S'adapter à un contexte de désindustrialisation et de chômage ».** De plus en plus de nouveaux éco-systèmes émergent. Les *start-ups* ont offert une nouvelle vision de l'industrie. Les laboratoires ont pour rôle de s'adapter à ce nouveau mode de fonctionnement et d'accompagner les acteurs dans ce changement.

Afin de comprendre un peu mieux la philosophie qui anime ces nouveaux outils d'innovation, nous proposons de nous focaliser tout d'abord sur les *FabLabs*, laboratoires de fabrication, qui ont inspiré les laboratoires d'innovation actuels (Bosqué 2016). Nous présenterons ensuite les laboratoires d'innovation industriels. Bien qu'apparus plus tard, les laboratoires d'innovation industriels peuplent aujourd'hui le monde de l'industrie (l'Aerogarage de Safran, le SEBLab de SEB, Le Studio Papillon de Cartier, etc.) avec l'ambition d'introduire la culture *FabLab* dans les entreprises.

2.4.3.1. LES FABLABS : PRECURSEURS DES LABORATOIRES D'INNOVATION

Les FabLabs, abréviation de *Fabrication Laboratory*, sont nés sous l'impulsion du MIT et notamment de Neil G. à travers son cours « Comment fabriquer (presque) n'importe quoi ». Ils sont apparus dans les années 1990. Ils ont pour objectif d'amener les personnes « à devenir les protagonistes de la technologie, plutôt que ses spectateurs » (Gershenfeld 2005). Pour cela, ils proposent « un réseau mondial de laboratoires locaux, qui dopent l'inventivité en donnant accès à des outils de fabrication numérique » (MIT 2012).

Depuis leur création, ces lieux ont eu une croissance exponentielle. On compte actuellement environ 1 700 FabLabs dans le monde, et bien qu'il ait fallu attendre 2010 pour que les premiers FabLabs en France soient reconnus, aujourd'hui on en compte un peu plus de 200. Afin de pouvoir être affiliés comme tel, les lieux se doivent de respecter une charte officielle, présentée dans le Tableau 8, mise en place par le MIT pour assurer la cohérence de leurs objectifs et de leur philosophie.

CHARTRE INTERNATIONALE DES FABLABS
Qu'est-ce qu'un FabLab ? Les <i>FabLabs</i> sont un réseau mondial de laboratoires locaux, qui dopent l'inventivité en donnant accès à des outils de fabrication numérique.
Que trouve-t-on dans un FabLab ? Les <i>FabLabs</i> partagent le catalogue évolutif d'un noyau de capacités pour fabriquer (presque) n'importe quel objet, permettant aux personnes et aux projets d'être partagés.
Que fournit le réseau des FabLabs ? Une assistance opérationnelle, d'éducation, technique, financière et logistique au-delà de ce qui est disponible dans un seul lab.
Qui peut utiliser un FabLab ? Les <i>FabLabs</i> sont disponibles comme une ressource communautaire, qui propose un accès libre aux individus autant qu'un accès sur inscription dans le cadre de programmes spécifiques.
Quelles sont vos responsabilités ? Sécurité : Ne blesser personne et ne pas endommager l'équipement. Fonctionnement : Aider à nettoyer, maintenir et améliorer le Lab. Connaissances : Contribuer à la documentation et aux connaissances des autres.
Qui possède les inventions faites dans un FabLab ? Les designs et les procédés développés dans les <i>FabLabs</i> peuvent être protégés et vendus comme le souhaite leur inventeur, mais doivent rester disponibles de manière que les individus puissent les utiliser et en apprendre.
Comment les entreprises peuvent utiliser un FabLab ? Les activités commerciales peuvent être prototypées et incubées dans un <i>FabLab</i> , mais elles ne doivent pas entrer en conflit avec les autres usages, elles doivent croître au-delà du Lab plutôt qu'en son sein, et il est attendu qu'elles bénéficient à leurs inventeurs, aux <i>Labs</i> , et aux réseaux qui ont contribué à leur succès.

Tableau 8 : Charte internationale des FabLabs (MIT 2012)

2.4.3.2. LES LABORATOIRES D'INNOVATION INDUSTRIELS

Des lieux spécifiques dédiés à l'innovation sont apparus en milieu industriel sous la forme de laboratoires industriels. Ils contribuent à renouveler les approches en matière d'innovation dans les entreprises en y faisant entrer le monde et la philosophie des *FabLabs*. Tous ces laboratoires, bien qu'ayant une ambition commune, n'ont pas nécessairement les mêmes objectifs. Dans son livre, « Innover ou disparaître, Le lab pour remettre l'innovation au cœur de l'entreprise », Olivier Laborde décrit de manière détaillée les objectifs des laboratoires d'innovation industriels. Nous pouvons compter six objectifs distincts, un laboratoire pouvant répondre à un ou plusieurs objectifs (Laborde 2017) :

Laboratoire à finalité de prospective ou « comprendre le futur »

L'objectif est d'identifier et d'évaluer les futures tendances qui vont avoir un impact sur les activités de l'entreprise puis d'adapter la stratégie de l'entreprise en fonction. Dans ce cas, le laboratoire est plus orienté sur une innovation centrée sur les usages que sur la technologie.

Laboratoire à finalité d'agilité et d'incubation ou « usine à innover autrement »

Une structure comme celle-là propose des nouveaux outils et des nouvelles méthodes afin de renouveler les processus d'innovation. On peut apparenter cet objectif à un incubateur interne qui facilite, accélère et optimise l'émergence des projets de l'entreprise.

Laboratoire à finalité d'innovation ouverte

Les laboratoires sont des points de contact de l'entreprise avec l'extérieur, avec les *start-ups*, les universités, les autres entreprises, les usagers, etc. C'est un lieu de collaboration ouvert vers l'externe afin de créer des réseaux pour partager les connaissances, les pratiques, ...

Laboratoire à finalité de facilitation ou « centre d'expertise de l'innovation »

Le laboratoire accompagne l'entreprise et ses collaborateurs en animant la culture de l'innovation. Il propose une vision transversale, un accompagnement et un soutien méthodologique, financier ou humain.

Laboratoire à finalité d'acculturation et de communication ou « vitrine technologique »

Les missions de ce type de laboratoire sont de connecter l'entreprise avec les leaders du secteur de la technologie, de détecter et d'identifier les *start-ups* et les nouveaux talents, de renforcer la culture digitale et de lancer des initiatives avant de les déployer à grande échelle.

Laboratoire à finalité de création et d'apprentissage

Ces laboratoires se rapprochent plus des structures présentées précédemment comme les *FabLabs*. Ils encouragent l'apprentissage informel, social et coopératif en partageant ressources et savoirs.

Les activités de créativité entrent notamment dans les objectifs de facilitation et d'agilité. Pour ce faire, les laboratoires d'innovation mettent en place des sessions de co-créativité qui sont des pratiques de créativité spécifiques.

2.4.4. UNE PRATIQUE DES LABORATOIRES D'INNOVATION INDUSTRIELS : LES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

Dans cette partie, nous nous intéresserons aux sessions de co-créativité pratiquées au sein des laboratoires d'innovation industriels. Pour cela, nous nous concentrerons sur les pratiques du *Clean Mobility LAB*, que nous confronterons à la littérature du domaine. Nous commencerons par introduire ce qu'est une session de co-créativité, son processus et les acteurs qui interviennent. Nous présenterons ensuite les méthodes et outils de créativité utilisés au cours de ces pratiques. Pour finir, nous verrons comment nous pouvons analyser l'impact de ces sessions.

2.4.4.1. QU'EST-CE QU'UNE SESSION DE CO-CREATIVITE ?

Les sessions de créativité sont des activités de créativité spécifiques mises en place notamment par les laboratoires d'innovation. Nous retenons la définition des sessions de co-créativité suivante (Sanders et Stappers 2008 ; Lobbé 2018) :

Session de co-créativité : session collaborative qui suit le modèle de créativité ayant pour but de générer des idées nouvelles, originales et efficaces pour répondre à une problématique soulevée par un demandeur.

Ces sessions de co-créativité intègrent le processus de créativité que nous avons présenté en partie 2.4.2 et s'articulent donc en trois étapes majeures : la préparation, l'idéation et l'implémentation (Bonnardel 2009), présentées en Figure 22. La phase d'idéation est un peu plus détaillée dans ce cas et suit quatre grandes étapes (Charrier 2016 ; Lobbé 2018 ; AFNOR 2019, 92) qui sont des alternances de phases de divergence et de convergence (Design Council 2006) ayant des durées variées en fonction des typologies de projets :

- **La présentation** : cette étape a pour objectif de mettre toutes les personnes participantes à la session au même niveau de connaissances. Les acteurs de la session sont présentés, ainsi que la problématique, le contexte et les objectifs à atteindre.
- **La conceptualisation** : au cours de cette étape, lors de la divergence, les participants génèrent un maximum d'idées qui répondent à la problématique. Lors de la convergence, les idées sont partagées et catégorisées. Cette phase est souvent relativement rapide. Cette étape est la plus longue du processus de créativité.
- **La matérialisation** : les idées sont regroupées, affinées et développées afin de converger vers des concepts et des solutions.

- **L'évaluation** : la dernière étape sert à évaluer les concepts générés en fin de séance et à définir les actions à mener par l'équipe.

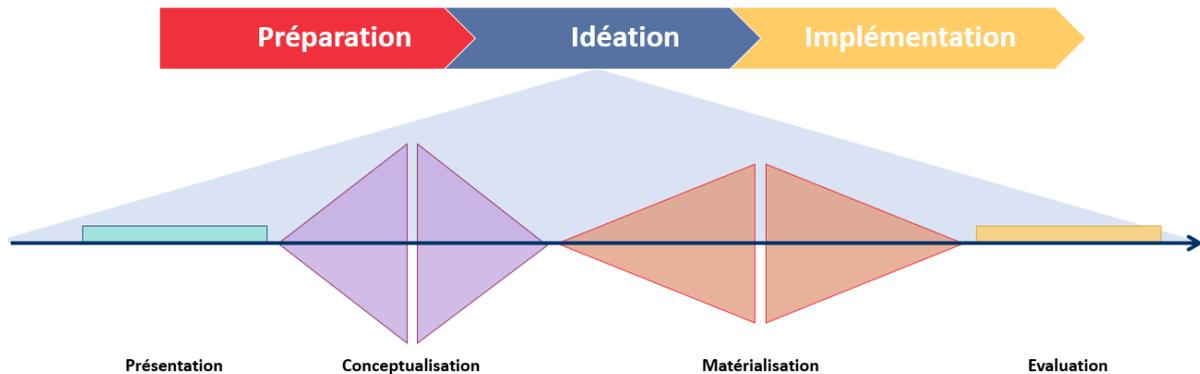


Figure 22 : Processus des sessions de co-créativité

Au cours de la session, tous les acteurs sont soumis aux mêmes règles, les règles de la créativité (T. Brown 2010 ; Gillet et de Maillard 2019) :

- Ecouter et mener une seule conversation
- Rester focaliser sur le sujet
- Différer son jugement
- S'exprimer sans autocensure et encourager les idées des autres
- Être concret et visuel
- Rebondir sur les idées des autres, travailler par association

Comme nous avons pu le voir, les sessions de co-créativité sont des pratiques mises en place par les laboratoires d'innovation industriels afin d'accompagner les équipes dans leur génération d'idées et de favoriser leur créativité. Tout au long du processus de créativité et de ces sessions, différents acteurs interviennent et différentes méthodes et différents outils sont utilisés.

2.4.4.2. LES ACTEURS DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

Tout au long d'une session, différents acteurs, représentés Figure 23, interviennent. A l'aide de notre expérience en laboratoire d'innovation et d'une analyse de la littérature (Duarte et al. 2019), nous avons identifié en tout quatre catégories d'acteurs principaux :

- Le facilitateur,
- Le leader technique,
- Les experts créativité,
- Les participants.



Figure 23 : Représentation des acteurs des sessions de co-créativité

Le facilitateur

La facilitation est une compétence nécessaire qui permet aux membres d'un groupe d'accomplir leur tâche collective en tant que groupe (Macaulay 1999). Dans le cas des sessions de co-créativité, la tâche est donc de trouver des solutions pour répondre au problème soulevé.

Le facilitateur, personne en charge de la facilitation, a donc de nombreuses actions à mener tout au long du processus des activités de créativité. Ces activités sont répertoriées dans le Tableau 9 (T. Nelson et McFadzean 1998 ; Ackermann 1996 ; Poupard et Saget 2018). Comme le souligne (Ackermann 1996), la phase de préparation est essentielle pour garantir la qualité de la session et des résultats obtenus.

Préparation	Idéation	Implémentation
Permettre au demandeur d'exercer un certain contrôle sur la session Donner des indications au demandeur sur les risques des méthodes participatives Donner des indications au demandeur sur les bénéfices des méthodes participatives S'assurer de l'adéquation entre la problématique et ses propres compétences Comprendre la problématique Prêter attention à la composition du groupe Discuter de la localisation de la session	Expliquer le processus Donner des objectifs et un planning clair Créer et afficher une vue d'ensemble de la problématique Gérer les progrès du groupe Veiller à ce que les participants se perçoivent comme étant égaux pour l'événement Permettre aux participants de contribuer librement Permettre au groupe de se concentrer sur la tâche à laquelle on s'attaque Poser des questions difficiles ou parfois évidentes Montrer de l'énergie et de l'enthousiasme Procéder à des révisions régulières du matériel Fournir au demandeur une certaine forme de contrôle Prévoir du temps pour examiner les résultats Réexaminer les actions convenues Considérer les actions à la vue des compétences des participants	Maintenir l'énergie et l'enthousiasme Souligner au demandeur l'importance de la mise en œuvre des résultats Se mettre d'accord sur des « victoires rapides » Communiquer sur les actions et résultats Gérer le processus de suivi et de contrôle

Tableau 9 : Actions du facilitateur sur les trois étapes du processus de créativité

Pour mener à bien toutes ses actions, le facilitateur doit disposer de nombreuses compétences (McFadzean 2002) :

- **La gestion de planning** : cette compétence est nécessaire afin de développer et de planifier les activités qui vont permettre de gérer la session, de définir le temps nécessaire à chacune d'entre elles et de les encadrer pendant toute la durée de la session ;
- **La dynamique de groupe** : pour que la session se passe au mieux, il est essentiel de créer un climat de confiance, bienveillant et sécurisant. Les membres de l'équipe doivent être traités en égaux les uns par rapport aux autres, tout en prenant en compte leur diversité. Il faut également reconnaître les conflits ou les tensions quand il y en a pour pouvoir ensuite les apaiser et les gérer. Enfin, le facilitateur doit faire preuve d'encouragement. Il doit motiver les membres de l'équipe, ne doit pas faire preuve de jugement et éviter ou reformuler les opinions négatives des participants.
- **Les processus de résolution de problème et de prise de décision** : la connaissance de différents outils et de différentes méthodes de créativité, de conception, de prise de décision permet de choisir la plus appropriée en temps voulu et de proposer des approches variées de la session. Tous ces outils et méthodes servent aussi à relancer le groupe en cas de baisse de la dynamique ou encore de s'adapter rapidement si le planning initial n'est pas totalement suivi.
- **La communication** : la communication est une compétence fondamentale de la facilitation. Le facilitateur a aussi le rôle d'animateur de la séance. Il est donc nécessaire pour lui de maîtriser l'observation, l'écoute active ou le langage non verbal (qui permet d'évaluer la dynamique du groupe ou de certains membres). Il doit aussi faire preuve de fortes capacités de synthèse afin de rendre un *feedback* aux participants après chacune des activités et en fin de session.
- **Le développement de méthodes et d'outils** : les domaines de la créativité et de la facilitation étant encore en pleine expansion, le facilitateur doit se tenir au courant des différentes avancées faites, mettre en place des nouvelles méthodes, de nouveaux outils. Il doit vouloir se former et grandir dans sa pratique mais aussi partager celle-ci.

Le facilitateur peut faciliter les sessions seul ou en binôme, que ce soit avec un autre facilitateur ou avec le leader technique de la session. Dans ce cas, nous parlons de co-facilitation.

Le leader technique

Le leader technique est la personne qui apporte les connaissances techniques nécessaires au bon déroulement de la session. Son rôle peut également être celui de porteur de projet. C'est lui qui demande que la session ait lieu en amenant une problématique. Il co-facilite la session avec le facilitateur. Tout au long du processus, il définit les contraintes, les objectifs, le contexte, etc., il met en place les outils techniques pour la session (*benchmark*, historique du projet, etc.), il oriente les directions que peut prendre la session, il communique sur les résultats aux équipes concernées et assure le suivi dans les équipes.

Les rôles de porteur de projet et de leader technique peuvent également être attribués à deux personnes différentes qui se répartissent les tâches et l'animation de la séance se fait alors en trinôme.

Les experts en créativité

Les experts en créativité sont des membres permanents de l'équipe du laboratoire d'innovation. Ils accompagnent le facilitateur dans la mise en place des méthodes et outils de créativité pour la session. Pendant la session, ils accompagnent les participants dans leur génération d'idées et de concepts et les aident à matérialiser ceux-ci. Ils prennent aussi le rôle de participants en proposant eux-mêmes des idées.

Au *Clean Mobility LAB*, deux profils d'experts créativité sont représentés :

- **Expert en design**

Le design est considéré comme « une activité intellectuelle, éthique et humaniste, de co-création de produits porteurs de sens, qui conjugue, en accord avec Tim Brown (T. Brown 2010), ce qui est désirable pour les utilisateurs avec ce qui est techniquement faisable et économiquement viable dans le but de fabriquer de meilleurs produits » (Charrier 2016). Cet expert accompagne les équipes dans leur génération d'idées et de concepts. Il apporte un point de vue utilisateur. Il permet également aux participants de réaliser leurs idées et concepts avec des visuels réalistes en leur apportant une expertise en illustration.

- **Expert en prototypage rapide**

Il maîtrise parfaitement les outils de fabrication numérique : l'imprimante 3D, la découpe laser, le scanner 3D, la machine à coudre... (Bosqué 2015). Ce qui permet à l'équipe de la session de maquetter durant tout le processus de créativité : pendant la phase de préparation pour représenter les produits étudiés, pendant la phase d'idéation pour maquetter les idées et concepts générés et pendant la phase d'implémentation afin de concrétiser et de tester la solution finale.

Les participants

Les participants sont sélectionnés par le leader technique et le facilitateur pour leurs compétences et connaissances sur le sujet, ou au contraire pour leur « naïveté » (T. Amabile 1996). Les participants ont pour rôle de générer les idées et concepts, de les développer et de les évaluer en apportant leurs connaissances et expertises respectives. En fonction de la séance, de ses objectifs, de sa durée, le nombre de participants peut varier. En moyenne, on retrouve une dizaine de participants par session pour un déroulé optimal (Moutot 2018 ; Rey-Millet, Fontanes, et Perrard 2020). Certains participants peuvent aussi intervenir à des moments clés de la session, de manière ponctuelle.

2.4.4.3. METHODES ET OUTILS UTILISES EN SESSION DE CO-CREATIVITE

Les méthodes et outils de créativité, illustrés en Figure 24, accompagnent les participants tout au long des sessions de co-créativité (Magadley et Birdi 2009). Ils peuvent être définis comme « un ensemble de techniques et méthodes individuelles, et de groupes, destinées à entraîner et à encadrer le potentiel créatif des personnes et organisations » (Jaoui 1994).

Ces méthodes et outils ont différents objectifs (Martin et Hanington 2013).

Nous avons tout d'abord les **outils d'exploration**. Ils servent à récolter et organiser les informations nécessaires à la session. Les outils suivants sont les **outils d'idéation**. Ils ont pour objectif d'aider les participants aux sessions à générer des idées. La dernière catégorie est celle des **outils d'évaluation**. Ils permettent de classifier les idées générées, de les évaluer ou encore de les hiérarchiser.

Tous ces outils peuvent se diviser en deux catégories : en outils **techniques** et en outils **créatifs** (Martin et Hanington 2013). Ces deux outils se différencient au niveau de leur mise en œuvre. Les outils techniques sont préparés par l'équipe projet de la session. Ils nécessitent une expertise technique et historique du projet. Ces outils vont permettre à tous les acteurs de la session d'avoir le même niveau de connaissance sur le produit. Les outils créatifs sont préparés par les experts créativité du laboratoire d'innovation. Ils explorent alors des champs pas forcément pris en compte par les équipes projets et proposent un point de vue extérieur. Les outils créatifs peuvent avoir deux usages différents : un usage **actif** et un usage **passif**. En usage actif, les outils sont utilisés de manière ponctuelle dans la session avec un temps donné, sont animés par un facilitateur et ont des règles d'utilisation particulières. Ils peuvent être utilisés pour relancer la dynamique de groupe par exemple, nous parlerons dans notre manuscrit de **booster de créativité**. En usage passif, les outils vont être utilisés en continu dans la session, sans animation particulière. Ils sont mis en exposition et consultables par les participants pour les inspirer dans leur génération d'idée. Les outils passifs peuvent devenir actifs au cours de la séance si une animation est faite autour par exemple. Les outils techniques sont principalement utilisés comme outils d'exploration et d'évaluation, quand les outils créatifs peuvent être utilisés dans les trois catégories.

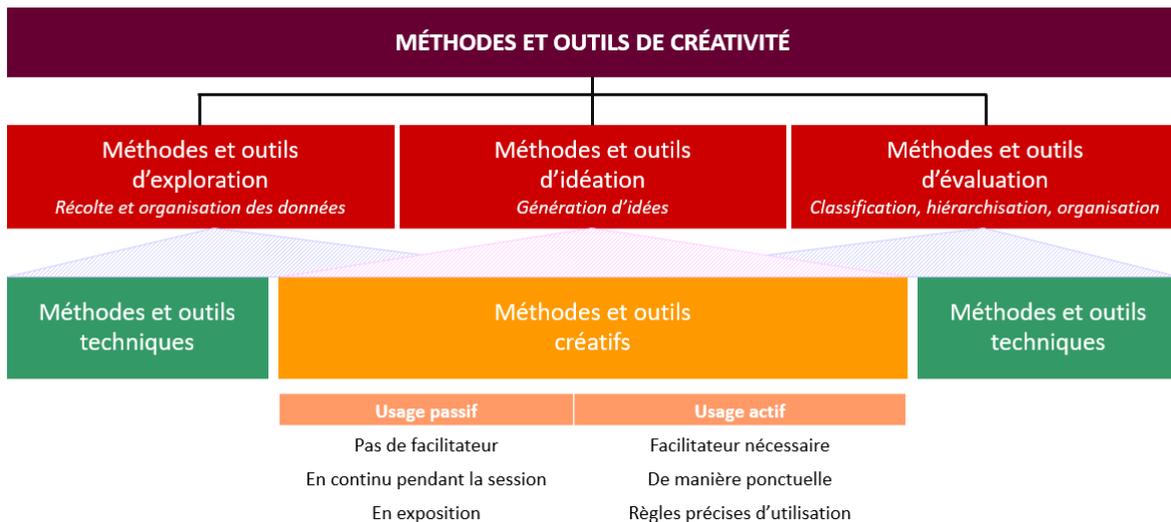


Figure 24 : Organisation des méthodes et outils de créativité

Afin de comprendre un peu mieux ce que sont les méthodes et outils de créativité, nous allons présenter des outils remplissant les objectifs que nous venons de définir : l'exploration, l'idéation et l'évaluation. Pour cela, nous nous appuyons sur les pratiques du *Clean Mobility LAB* et les méthodes et outils que ce laboratoire industriel met en place.

Méthodes et outils d'exploration

Un des outils d'exploration technique le plus utilisé en session est le *benchmark*. Un *benchmark* peut être défini comme un « outil standard pour l'évaluation et la comparaison de systèmes ou de composants concurrents en fonction de caractéristiques spécifiques, telles que la performance, la fiabilité ou la sécurité » (V. Kistowski et al. 2015). Il permet de comparer les différents systèmes similaires à celui étudié selon des caractéristiques définies en amont.

Pour les outils d'exploration créatifs, nous pouvons retrouver différents outils. Nous en présenterons deux d'entre eux : les *personae* et les mises en situation. Les *personae* sont une représentation fictive des profils des utilisateurs du produit. Ils reprennent des descriptions consolidées de ceux-ci (Martin et Hanington 2013). Les *personae* sont généralement utilisés dans des sessions où la problématique étudiée est orientée sur les usages (Pruitt et Adlin 2006 ; Martin et Hanington 2013 ; Barré et al. 2014 ; Barré, Buisine, et Aoussat 2018). La mise en situation, exemple donné en Figure 25, est un outil utilisé aussi bien dans les sessions à la problématique orientée usage que technique. Elle permet aux participants de s'immerger de manière fictive dans la problématique et de mieux se représenter le problème soulevé. La mise en situation représentée sur la Figure 25 a été réalisée dans le cadre d'une session autour de la problématique d'encombrement d'un produit dans un véhicule.



Figure 25 : Exemple d'une mise en situation réalisée dans le cadre d'une session de co-créativité

· Méthodes et outils d'idéation

Les planches de tendances sont des outils qui donnent vie à des sentiments ou des impressions en utilisant des couleurs, des textures, des images, des formes ou encore des objets (Garner et McDonagh-Philp 2001). Dans notre cas, on parle de planche d'inspiration, comme représentée en Figure 26, que l'on peut définir comme un document visuel composé d'images et de mots organisés de manière à susciter la créativité des participants dans le but de générer des idées (Lobbé 2018). C'est l'outil en usage passif que nous retrouvons le plus souvent dans les sessions animées par le *Clean Mobility LAB*.



Figure 26 : Exemple d'une planche d'inspiration réalisée dans le cadre d'une session de co-créativité

Aujourd'hui, en usage actif, l'outil le plus répandu dans les entreprises est celui du *brainstorming* (Osborn 1953). Démocratisé par Osborn en 1939, le *brainstorming* est une méthode qui favorise la quantité des idées générées, en essayant de proposer un maximum de solutions à une problématique en un temps donné. De nombreuses méthodes et outils utilisés en sessions de co-créativité sont dérivés de celui-là, comme le *World Café* (J. Brown 2002 ; J. Brown et al. 2005) par exemple.

Comme nous avons pu le définir, nous retrouvons également des *boosters* de créativité. Les *boosters* interviennent pour relancer la dynamique de groupe, pour les forcer à générer des idées en utilisant l'outil activement et suivant les règles spécifiques de celui-ci, pour favoriser les échanges entre les participants, etc. Il existe de nombreux *boosters* tels que :

- **Le *reverse brainstorming*** : le principe de cette méthode est de prendre le contre-pied de la problématique soulevée. Si la problématique initiale est par exemple « comment diminuer le poids du produit ? », au cours du *reverse brainstorming* les participants réfléchiront à « comment augmenter le poids du produit ? ». Cela permet de générer de nouveaux leviers de créativité, de faire de nouvelles connexions entre les idées, etc.
- **La méthode *SCAMPER*** : dans cette méthode les participants doivent générer des idées autour de six leviers de créativité identifiés, « substituer, adapter, modifier, produire, éliminer, renverser ».
- **Le *Crazy 8*** (Knapp et Pavillet 2017) : cette méthode est une méthode très rythmée où les participants ont huit minutes pour proposer huit pistes de solutions différentes. Une minute est accordée par solution. Chaque participant présente ensuite ses solutions avant un vote pour choisir les idées à développer.

· Méthodes et outils d'évaluation

La dernière catégorie est celle des outils d'évaluation. Ils arrivent en général après la génération d'idées afin de les classer, les hiérarchiser ou encore les évaluer. Ces outils permettent de faciliter la notation des idées en fonction de critères d'originalité et de qualité retenus selon la problématique étudiée (Parmentier et Guallino 2015). Ces outils peuvent prendre la forme de matrice de choix (Martin et Hanington 2013).

Toutes ces méthodes et outils développés et mis en place pour les sessions de co-créativité permettent au facilitateur d'animer la session et d'accompagner les participants dans leur génération d'idées. Afin d'analyser l'impact des outils et de la session de co-créativité sur la génération d'idées, il existe différents indicateurs.

2.4.4.4. ÉVALUATION DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

Il paraît intéressant d'analyser les méthodes et outils mis à disposition des participants au cours d'une session de co-créativité pour analyser leur influence sur les idées produites. Pour cela, il existe actuellement dans la littérature quatre critères d'évaluation des idées générées (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003; B. A. Nelson et al. 2009; Runco et Jaeger 2012) :

- La **nouveauté** : la nouveauté correspond aux idées inhabituelles et inattendues. C'est le degré d'originalité d'une idée.
- La **variété** : la variété correspond au nombre d'idées similaires. Pendant la phase de conceptualisation, les participants génèrent le plus d'idées possible. Elles sont ensuite triées et catégorisées. La variété va donc correspondre au nombre de catégories des idées générées. Plus le nombre de catégories sera élevé, plus on considérera que les idées sont variées.
- La **qualité** : ce critère permet d'évaluer à quel point l'idée générée répond à la problématique et aux contraintes posées. L'évaluation de la qualité peut évoluer en fonction de l'étape de conception dans laquelle on se trouve. Si l'on est à une étape de génération préliminaire, l'évaluation de la qualité sera plutôt qualitative, alors qu'en phase de génération détaillée, grâce aux données supplémentaires sur l'idée, on pourra alors évaluer l'idée de manière quantitative.
- La **quantité** : c'est le nombre total d'idées générées qui est évalué. Ce critère n'est pas forcément pertinent dans toutes les sessions ou à toutes les étapes de la session. En effet, si l'on utilise une méthode ou un outil qui impose un nombre d'idées, comme le *Crazy 8*, ce critère est peu pertinent. Cependant, on pourra alors compter le nombre d'idées retenues sur celui d'idées générées à l'aide de la méthode et de l'outil.

A travers ces critères, nous pouvons remarquer que seule la fin de la phase d'idéation est évaluée dans les sessions de co-créativité. Pourtant, notre état de l'art met en avant que les sessions de créativité s'inscrivent dans un processus plus complexe. Il serait donc intéressant de pouvoir évaluer le processus dans son ensemble. De plus, bien que les critères présentés soient pertinents, ils ne semblent pas analyser l'ensemble des résultats de l'étape d'idéation. En effet, nous avons pu souligner que les méthodes et outils de co-créativité, en plus d'accompagner la génération d'idées, sont aussi là pour favoriser la dynamique de groupe entre les différents acteurs de la session comme le montre de nombreux travaux (T. M. Amabile 1988 ; Csikszentmihalyi 1996 ; T. Brown 2010 ; Paulus, Dzindolet, et Kohn 2012 ; Gillet et de Maillard 2019) sur lesquels nous reviendront dans la partie méthodologie. Par contre, la traduction de ces travaux en indicateurs et grilles critériées permettant d'évaluer une session dans son ensemble, tant au niveau des résultats, de la dynamique de groupe, de la préparation, etc. serait intéressante afin d'avoir une vision des pratiques des laboratoires et des sessions de co-créativité dans leur ensemble.

2.5. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DE L'ART

Les activités de conception de produit sont des activités qui ont évolué au fil du temps, passant d'un processus linéaire à un processus itératif. Les premiers modèles de conception étudiés, issus du domaine de l'ingénierie mécanique (Pahl et Beitz 1996 ; Ulrich et Eppinger 1999 ; AFNOR 2002a), nous ont permis de mettre en avant trois étapes majeures de la conception : l'analyse, la génération et l'évaluation. En étudiant des modèles issus d'autres domaines comme l'ergonomie (AFNOR 2019) et le *Design Thinking* (Hillen et Mathieu 2016), nous avons également pu souligner la circularité de ces modèles et l'importance mise sur les itérations. Ces différentes analyses nous ont permis de retenir un modèle de conception de produit circulaire, divisé en trois étapes majeures identiques à celles identifiées en ingénierie mécanique, mais également composé de deux niveaux de conception : un niveau préliminaire et un niveau détaillé. Depuis quelques années, une nouvelle évolution est apparue : la prise en compte des impacts environnementaux dans ce processus, on parle alors d'éco-conception. Cette nouvelle approche diffère d'une conception standard par l'intégration d'une approche basée sur le cycle de vie (Parlement européen et du Conseil 2009), multi-impacts (AFNOR 2002b), multi-niveaux (Teulon 2014), interdisciplinaire (ADEME 2016) et à iso-qualité (ADEME 2016). Le modèle de conception de produit retenu se voit donc agrémenter de ces nouvelles caractéristiques pour devenir un modèle d'éco-conception de produit.

De nouvelles méthodes et outils sont également mis en place afin d'accompagner les concepteurs dans cette démarche. On retrouve de nombreux outils aux étapes d'analyse et d'évaluation à travers des analyses de cycle de vie complètes ou simplifiées (AFNOR 2006, 14), des approches matricielles (AFNOR 1998, 98 ; H. Brezet et Van Hemel 1997), des éco-profiles (Fussler et James 1996 ; Han Brezet 1997), etc. Cependant, peu d'outils existent pour l'étape de génération. Dans notre état de l'art, nous n'identifions que trois outils différents (l'outil *guidelines* (Bellini et Janin 2019; Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019), les listes de substances (Bellini et Janin 2019) et le Diagramme PIT (Jones, Stanton, et Harrison 2001) pouvant être utilisés au cours de cette étape. De plus, dans ces outils, le diagramme PIT permet de classer les idées générées. Et les listes de substances aident les concepteurs dans leur choix de conception et donnent des indications sur les matériaux, les énergies ou encore les transports. Aucun de ces deux outils n'aide les concepteurs à générer de nouvelles idées. Le seul outil présenté comme tel est l'outil *guidelines*. Il apporte des listes de recommandations, identifiées comme des leviers d'éco-conception, aux concepteurs dans l'étape de génération d'idées qu'elle soit préliminaire ou détaillée.

Un autre levier qui permet de générer de nouvelles idées est la créativité (T. Amabile 1996 ; Boden 2005 ; Bonnardel 2009 ; Lubart et al. 2015). Pour cela, des activités de créativité sont mises en place en suivant un processus défini, composé de trois étapes distinctes : la préparation, l'idéation et l'implémentation (Bonnardel 2009). Une des nouvelles approches permettant de renforcer ces activités de créativité dans le monde industriel repose sur l'utilisation des laboratoires d'innovation (Merindol et al. 2016). Cette activité de créativité, fondamentale dans les activités de conception et d'éco-conception de produit, est mise en place notamment à travers des sessions de co-créativité dans lesquelles peuvent intervenir différents acteurs (Duarte et al. 2019). Dans le cadre de nos travaux et de notre contexte industriel, nous retiendrons des équipes constituées d'un leader technique, d'un facilitateur (Macaulay 1999), d'experts en méthode de créativité et de participants. Chacun de ces acteurs a un rôle clé dans la session, notamment le facilitateur qui orchestre toute la session de sa phase de préparation à la phase d'implémentation (Ackermann 1996 ; T. Nelson et McFadzean 1998 ; Poupard et Saget 2018). Pour cela, il développe et met en place des outils de créativité spécifiques à la problématique de la séance, propose des activités, veille à la dynamique de groupe, assure un suivi, etc. afin d'assurer le bon déroulé de la session.

Actuellement, afin d'analyser l'impact d'une session, quatre critères spécifiques sont classiquement considérés (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009 ; Runco et Jaeger 2012) : la quantité d'idées générées, leur nouveauté, leur variété et leur qualité. Cependant les sessions de co-créativité ne s'arrêtent pas uniquement à ces critères et à cette étape de génération d'idées. En effet, différents travaux existent sur les séances de co-créativité, autour des participants (Csikszentmihalyi 1996 ; Mostert 2007 ; Coursey et al. 2018), des méthodes et outils utilisés (Cruickshank et Evans 2011 ; Freitag Granholt et Martensen 2021 ; Mosely, Wright, et Wrigley 2018 ; Aguirre, Agudelo, et Romm 2017), des dynamiques de groupe (Mullen et Copper 1994 ; Langfred 1998 ; Marques Santos, Uitdewilligen, et Margarida Passos 2015)

En conséquence, il paraît difficile avec les critères actuels d'analyser l'apport global d'un nouvel outil d'éco-créativité dans une session de co-créativité.

En synthèse de cette analyse, nous pouvons mettre en avant deux problématiques :

- Le déficit d'outils d'éco-conception pour les phases de génération d'idées,
- Le déficit d'indicateurs et de grilles critériées détaillées pour analyser l'apport d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil dans une session de co-créativité.

Dans la suite de ce manuscrit, nous proposons de répondre à ces deux problématiques. Nous développerons tout d'abord la conception d'une méthode d'analyse des sessions de co-créativité avec la mise en place de différents indicateurs. Puis nous détaillerons la conception d'un nouvel outil d'éco-créativité, inspiré de l'outil *guidelines*.

Nous analyserons ensuite l'impact de cet outil sur des sessions de co-créativité réalisées dans un contexte industriel à travers un laboratoire d'innovation et dans un contexte académique à travers un hackathon. Afin de réaliser cette analyse, nous nous servirons de la méthode d'analyse et des indicateurs développés.

3. PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE D'ANALYSE DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

Notre état de l'art a permis de mettre en avant le déficit d'indicateurs pour analyser l'impact d'une session de co-créativité et des méthodes et outils développés et mis en place dans cette session. En effet, uniquement quatre indicateurs existent actuellement dans la littérature et concernent seulement les résultats de la session en phase d'implémentation. Or, la session se divise en trois étapes majeures : la préparation, l'idéation, elle-même divisée en quatre phases, et l'implémentation. De plus, des résultats autres que les idées générées sont importants à considérer comme la dynamique de groupe, les échanges, l'utilisation des outils, etc.

Dans ce chapitre, nous proposons de présenter la démarche suivie afin de concevoir une méthodologie d'analyse des sessions de créativité. Nous présenterons ensuite la méthodologie d'analyse développée dans cette thèse, appelée MAELI – Méthodologie d'Analyse de l'Eco-créativité et Laboratoire d'Innovation - en présentant les indicateurs retenus ainsi que les supports pour le recueil de données. Nous finirons cette partie en présentant les premiers résultats obtenus à l'aide de cette méthodologie².

3.1. DEMARCHE DE CONCEPTION DE NOTRE METHODOLOGIE D'OBSERVATION

Dans cette première partie, nous présenterons la démarche de conception que nous avons mise en place afin de concevoir notre méthodologie d'analyse : MAELI. Pour cela, nous présenterons les objectifs principaux de cette conception et les différentes étapes que nous avons suivies pour y répondre.

3.1.1. OBJECTIFS

Nous cherchons à concevoir une méthodologie d'analyse des sessions de co-créativité, en termes d'éco-créativité. Cette méthodologie vise à la fois à proposer des indicateurs mais également comment les observer. Pour ce faire, notre méthodologie devra :

- Comporter des indicateurs d'analyse pour toutes les étapes d'une session de co-créativité,
- Comporter des indicateurs d'analyse de l'éco-créativité afin de pouvoir comparer l'apport de méthodes et outils utilisés dans une session,
- Être utilisable pour différentes sessions de co-créativité, que celles-ci soient organisées par des laboratoires d'innovation industriels ou universitaires par exemple,
- Être simple d'utilisation,
- Comporter des indicateurs permettant de décrire les caractéristiques d'une session de co-créativité.

Une fois que les objectifs de la méthodologie d'analyse sont définis, nous nous intéressons à la démarche mise en place afin de concevoir MAELI.

² Cette partie a fait l'objet d'une publication, la méthodologie et les indicateurs relevés y sont présentés. [Coustillac, L., Bazzaro, F., Lobbé, J., & Meyer, Y. \(2022\). How to Assess a Creativity Session. Proceedings of the Design Society, 2, 851-860. doi:10.1017/pds.2022.87](#)

3.1.2. DEMARCHE DE CONCEPTION SUIVIE

Pour concevoir notre méthodologie, nous avons considéré cette méthode et les outils associés comme des produits. Ainsi, nous avons donc suivi le processus de conception de produit que nous avons retenu en partie 28 de notre manuscrit et que nous illustrons en Figure 27.

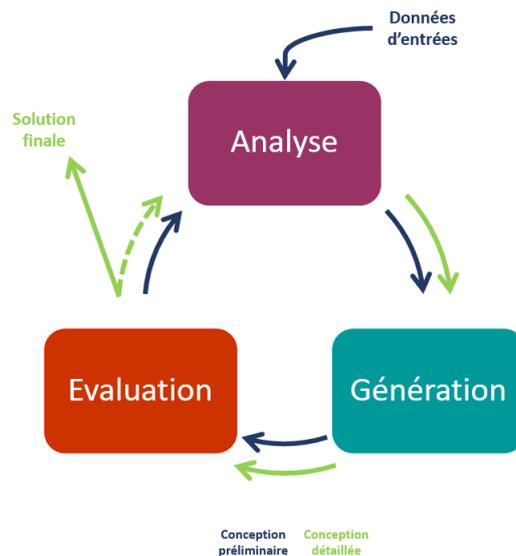


Figure 27 : Processus suivi pour concevoir MAELI

Nous avons tout d'abord commencé par une étape d'analyse divisée en deux approches : une approche théorique et une approche pratique. Pour cela, nous avons réalisé une analyse de la littérature, dont les résultats sont présentés tout au long de la partie 0 de notre état de l'art. En parallèle, nous avons intégré un laboratoire d'innovation industriel afin d'y réaliser des observations participantes (Gold 1958 ; Bourdieu 2003) sur différentes sessions de co-créativité. Cette étape, qui a duré environ deux ans, nous a permis de participer à une cinquantaine de sessions de co-créativité en immersion totale.

Six mois après le début de l'étape d'analyse, nous avons lancé la deuxième étape de notre processus de conception, la génération. Cette étape s'est étalée sur un an et demi pendant lesquels nous avons alterné avec des étapes d'évaluation pour tester les indicateurs développés. Nous avons commencé avec la définition de vingt indicateurs développés et testés pendant dix mois et vingt sessions de co-créativité avant de proposer six nouveaux indicateurs. Pour finir, nous avons finalement défini 57 indicateurs et développés des outils de collecte de données que nous avons testés sur 13 sessions organisées par des laboratoires industriels et universitaires, animées par différents facilitateurs, etc.

Le déroulement détaillé de la démarche suivie est représenté en Figure 28.

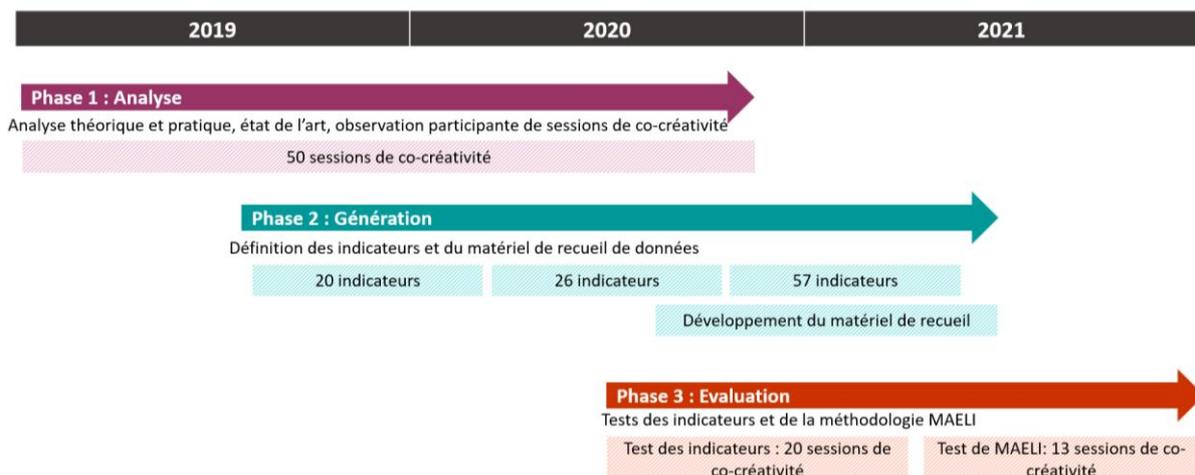


Figure 28 : Chronologie de la démarche de conception de MAELI

Parmi les 55 indicateurs définis, six d'entre eux sont identifiés comme liés à l'éco-conception et permettent donc à notre méthodologie d'analyser l'éco-créativité d'une session.

Cette Méthodologie d'Analyse de l'Eco-créativité en Laboratoire d'Innovation (MAELI), peut également être utilisée comme méthode d'analyse de session de co-créativité sans dimension éco-responsable. Les indicateurs définis ont pour objectif de proposer une analyse de l'éco-créativité optimale. En effet, les indicateurs sont indépendants entre eux, il est possible de ne pas tous les retenir lors de l'analyse d'une session.

3.2. PRESENTATION DE MAELI

Maintenant que nous avons vu la démarche mise en place pour concevoir MAELI, nous allons détailler cette méthodologie. Nous commencerons par une présentation des différents indicateurs par étape de sessions de co-créativité. Nous présenterons ensuite la méthodologie complète avec le matériel de recueil de données développé ainsi que son protocole d'utilisation.

3.2.1. INDICATEURS D'ANALYSE DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

Comme nous avons déjà pu le souligner, actuellement, les indicateurs d'analyse d'une session de co-créativité ne sont définis que pour l'étape d'implémentation à travers les idées générées. Avec cette méthodologie, nous proposons des indicateurs pour toutes les étapes des sessions de co-créativité.

3.2.1.1. **INDICATEURS DE L'ETAPE DE PREPARATION**

Au cours de l'étape de préparation, nous relevons 20 indicateurs, répertoriés dans le Tableau 10. Dans ce tableau, les indicateurs liés à l'éco-créativité sont mis en avant à l'aide d'un fond vert. Nous les regroupons en cinq catégories :

- **Les informations spécifiques à la session,**

Nous allons retrouver des éléments nécessaires à l'entreprise ou au laboratoire pour assurer ses suivis. On retrouvera par exemple l'**historique** de la session, s'il s'agit de la suite d'une session ayant déjà eu lieu, sur un même projet ou une même problématique. On retrouvera également à quelle **étape du processus** d'innovation ou de conception le projet se trouve au moment de la session. Dans le cas des laboratoires d'innovation internationaux, nous noterons également la **langue** dans laquelle a eu lieu la session. Pour finir, le dernier indicateur de cette catégorie est le **nombre de réunions** nécessaires pour préparer la session.

Tous ces éléments vont permettre aux laboratoires d'innovation d'obtenir des statistiques sur leurs clients / utilisateurs et d'adapter leurs pratiques en fonction.

- **La problématique et les objectifs,**

Chaque session peut se définir par sa **problématique** et ses **objectifs**. Ce sont ces indicateurs qui vont permettre au facilitateur de choisir les méthodes et outils à mettre en place, de dimensionner la session, etc. Afin d'assurer un suivi de la session et des méthodes et outils utilisés par le laboratoire d'innovation, la session peut également être définie par des **mots clés** donnés par le facilitateur.

Ces indicateurs peuvent également servir à analyser le potentiel d'éco-créativité d'une session. En effet, pendant notre immersion dans le laboratoire d'innovation industriel, nous nous sommes rendu compte que des projets, sans objectif affiché de baisse des impacts environnementaux, pouvaient être identifiés comme des projets orientés éco-conception. En effet, suite à une dizaine d'entretiens avec des *leaders* techniques de session, nous nous sommes rendu compte que les leaders techniques n'avaient pas forcément conscience qu'ils adressaient des problématiques d'éco-conception. Par exemple, si le levier de la session est la baisse du prix du produit avec un objectif de réduction de masse, l'analyse de la session va mettre en évidence que des leviers de l'éco-conception, tel que la réduction de masse, sont adressés. Il est donc pertinent de relever si la problématique, les objectifs et les mots clés peuvent être identifiés comme des leviers d'éco-conception et donc apporter un potentiel d'éco-créativité à la session.

En effet, pour analyser l'apport en éco-créativité d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil, il est nécessaire de contrôler le potentiel d'éco-créativité de chaque session analysée.

- **La typologie de l'innovation,**

Les projets étudiés lors des sessions de co-créativité peuvent adresser différentes problématiques en lien avec l'innovation. Ainsi, il s'agit de noter la **nature de l'innovation** (Schumpeter 1939 ; OECD et Statistical Office of the European Communities 2005), si c'est un projet qui concerne un produit, un process, un évènement ou autre mais également son **levier** (Ministers 2006), si le projet et la session sont dus à une volonté d'amélioration technologique, d'usage, d'environnement, de prix, etc. Enfin, le **degré de l'innovation** (O'Connor 1998 ; Balachandra et Friar 1997 ; R. Garcia et Calantone 2002) est également relevé, si le projet est incrémental, c'est-à-dire qui existe dans les projets existants de l'entreprise, ou radical, pour des projets nouveaux dans l'entreprise.

- **Les méthodes et outils,**

Nous proposons de compter le nombre d'outils développés pour la session qu'ils soient **techniques ou créatifs** (Martin et Hanington 2013)(cf la section 2.4.4.3). Les laboratoires d'innovation peuvent utiliser des outils qu'ils ont déjà développés pour d'autres sessions. En effet, quand les sessions sont similaires (problématiques ou mots clés), les outils peuvent être réutilisés d'une session à l'autre. Nous noterons donc quand des **nouveaux outils** sont développés spécifiquement pour la session. Le dernier indicateur de cette catégorie concerne le déroulement de la session. Le facilitateur prévoit en amont l'emploi du temps de la session et les activités à mettre en place. Nous relevons donc les **activités initialement prévues** afin de pouvoir comparer avec l'emploi du temps de la session et relever les différences.

- **Le temps de préparation.**

Nous proposons de nous intéresser à la **durée** de cette étape. Nous relevons donc le **temps consacré à la préparation** par l'équipe du laboratoire d'innovation et les acteurs de la session : le facilitateur, les experts créatifs (design et prototypage).

Etape de préparation	
Informations spécifiques à la session	Historique du projet
	Etape du processus d'innovation
	Nombre de réunions de préparation
	Langue dans laquelle la session est donnée
Problématique et objectifs	Problématique définie par le leader technique
	Problématique identifiée comme orientée éco-conception
	Objectifs à atteindre
	Objectifs orientés éco-conception
	Mots clés
	Mots clés appartenant à la sémantique de l'éco-responsabilité
Typologie de l'innovation	Nature de l'innovation
	Degré de l'innovation
	Levier de l'innovation
Méthodes et outils	Nombre d'outils techniques
	Nombre d'outils créatifs
	Nouvel outil hors portefeuille
	Nombre d'activités prévues
Temps de préparation	Temps du facilitateur
	Temps des experts créativité (design)
	Temps des experts créativité (prototypage)

Tableau 10 : Indicateurs génériques de l'étape de préparation

Les 20 indicateurs, repris dans le Tableau 10, définis à cette étape de préparation permettent d'obtenir les caractéristiques de la session à l'aide des informations spécifiques relevées et de la problématique et des objectifs définis. Ces mêmes indicateurs permettent de relever le potentiel d'éco-créativité de la session afin d'avoir une analyse optimale des méthodes et outils implémentés. Ces indicateurs permettent de se projeter dans la session. Ils définissent les méthodes, outils et activités prévus. Les indicateurs de l'étape d'idéation, que nous présentons dans la partie suivante, vont notamment permettre d'analyser les différences effectives entre l'étape de préparation et la session en elle-même.

3.2.1.2. INDICATEURS DE L'ÉTAPE D'IDEATION

L'étape d'idéation compte 19 indicateurs, présentés dans le Tableau 11. Ces indicateurs sont regroupés en quatre catégories et un unique indicateur, surligné en vert, lié à l'éco-conception. Les catégories que nous évaluons sont les suivantes :

- **Planning et organisation,**

Nous nous intéressons tout d'abord au **format de la session** (Takouachet, Legardeur, et Lizarralde 2014). Depuis la crise sanitaire et la démocratisation du télétravail, les laboratoires d'innovation ont dû adapter leurs pratiques pour correspondre à ce nouveau mode de travail. Ils proposent dorénavant trois formats de sessions différents. Le premier format est le format standard, où tous les acteurs de la session sont sur place. Le deuxième format est le format distanciel, où tous les acteurs (et notamment le leader technique) sont à des endroits différents et la session a lieu via des outils de travail collaboratif à distance. Le dernier format est un mixte des deux premiers. Des acteurs des sessions sont ensemble regroupés en un lieu et d'autres participent via des outils numériques. Pour que la session soit considérée comme hybride, il est nécessaire que le leader technique et le facilitateur soit regroupés dans le même lieu. Sinon la session sera considérée en distanciel. Ces nouveaux formats permettent de favoriser les sessions de co-créativité internationales.

Nous relevons ensuite le **nombre d'acteurs** dans la session (facilitateur, experts, leader technique et participants). Les derniers indicateurs relevés sont le nombre **d'activités ayant vraiment eu lieu** et le temps de chacune d'elles afin d'avoir la **durée** totale de la session.

- **Dynamique de groupe,**

Nous nous intéressons à la motivation des participants. Dans ce cas, nous relèverons le nombre de participants qui **arrivent en retard** (T. M. Amabile 1988) à la session mais également ceux qui **ne suivent pas la session entièrement**, qui interrompent leur participation ou qui mènent plusieurs activités en même temps. Après ces deux indicateurs qui ont tendance à montrer des participants peu motivés ou concentrés, nous relevons des indicateurs qui soulignent l'effet inverse. Nous nous intéressons aux participants qui **interviennent dans la session** (Csikszentmihalyi 1996) et dans les phases de présentation plus précisément, qui posent des questions, font des remarques, rebondissent sur les idées des autres (T. Brown 2010 ; Gillet et de Maillard 2019), etc. Le dernier indicateur va recenser les participants qui s'inspirent des idées générées dans la session. Nous relevons le nombre de participants qui consultent les traces générées dans la session (Paulus, Dzindolet, et Kohn 2012).

Nous définissons les traces comme :

Traces : « ce qui est dit, fait, écrit, dessiné, modelé, etc. » (Lobbé 2018).

- **Facilitation,**

Cette catégorie va servir à nous rendre compte si le reste des indicateurs de la session est exploitable pour réaliser des analyses. En effet, dans cette catégorie, nous relevons les événements qui font que la session se déroule de manière différente par rapport au scénario initial, par exemple, la **gestion d'un imprévu** par le facilitateur (Ackermann 1996), comme l'absence d'un acteur clé ou encore un changement de minutage au dernier moment. En lien avec la dynamique du groupe, nous relevons le nombre de fois où le facilitateur doit **relancer le groupe** (Ackermann 1996) que ce soit par des gestes (taper dans les mains), des actions (mettre la musique, apporter à manger) ou des mots (phrases pour redynamiser). Nous relevons également les interactions entre le facilitateur et le leader technique, le **nombre de réunions d'alignement** qu'ils réalisent au cours de la session (Ackermann 1996) mais également si le **leader technique prend la place** du facilitateur. Au cours de notre immersion dans le laboratoire d'innovation, nous avons pu observer cela plusieurs fois. A chaque fois, les indicateurs de session n'étaient pas exploitables car la session sortait alors des pratiques courantes. Le dernier élément que nous relevons concerne les activités menées pendant la session. Nous notons si des **activités sont ajoutées ou enlevées** par rapport au planning initial. Cet indicateur permet notamment de noter quand des boosters de créativité sont utilisés.

- **Méthodes, outils et ressources,**

Nous notons pour commencer si **l'équipe d'experts est présente** ou non à la session. Il arrive que la session ne nécessite pas leur présence, la problématique ou les objectifs ne s'y prêtant pas. Cet indicateur est fortement lié au suivant qui correspond au **nombre de sollicitations des experts** par les participants. En effet, les experts peuvent être présents mais non sollicités par les participants. Ils sont là en soutien du facilitateur et ont, dans ce cas, un rôle de participant dans

la session. Ensuite nous nous intéressons aux méthodes et outils mis à disposition. Nous relevons **le nombre de participants qui consultent les outils** mis à disposition qu'ils soient techniques ou créatifs (mode passif). Nous ne nous intéressons pas aux outils en mode actif. Leur utilisation étant obligatoire, tous les participants les utilisent. Le dernier critère va être la manipulation des outils. Nous comptons **le nombre de participants qui manipulent les outils** (Minvielle, Lauquin, et Wathelet 2019) que ce soient des maquettes ou des planches d'inspiration. Pour finir, nous relevons également le nombre d'outils d'éco-créativité mis en place. Si l'on veut analyser l'impact d'un outil d'éco-créativité, il est nécessaire de s'assurer que seul cet outil soit identifié comme outil d'éco-créativité dans la session.

Etape d'idéation	
Planning et organisation	Format de la session (présentiel, hybride, distanciel)
	Nombre d'acteurs
	Durée de la session
	Nombre réel d'activités menées
Dynamique de groupe	Nombre de participants en retard
	Nombre de participants pas concentrés à 100%
	Nombre de participants qui interviennent
	Nombre de participants qui consultent les idées générées en cours de session
Facilitation	Gestion d'un imprévu
	Nombre de relances
	Nombre de modifications du planning initial
	Nombre de points avec le leader technique
	Leader technique qui prend le rôle du facilitateur
Méthodes, outils et ressources	Présence des experts créativité
	Sollicitation des experts créativité par les participants
	Nombre de participants consultant les outils créatifs
	Nombre de participants consultant les outils techniques
	Nombre de participants manipulant les outils
	Nombre d'outils d'éco-créativité

Tableau 11 : Indicateurs génériques de l'étape d'idéation

3.2.1.3. INDICATEURS DE LA PHASE D'IMPLEMENTATION

Pour cette dernière étape de notre processus des sessions de créativité, nous retrouvons les indicateurs identifiés par la littérature (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009) avec des indicateurs que nous avons ajoutés afin de les compléter. Nous comptons au total 15 indicateurs présents dans le Tableau 12, dont deux surlignés en vert en lien avec nos questionnements sur l'éco-créativité.

Phase d'implémentation	
Résultats à court terme	Nombre de créations faites dans la session (<i>mind map</i> , <i>plan</i> , <i>user journey map</i> , ...)
	Nombre d'idées générées dans la phase de conceptualisation
	Nombre de catégories d'idées générées au cours de la phase de conceptualisation
	Nombre d'idées développées dans la phase de matérialisation
	Nombre d'idées développées nouvelles
	Nombre d'idées développées de qualité
	Nombre d'idées évaluées dans la phase d'évaluation
	Nombre d'idées potentiellement brevetables
	Réalisation de maquette
	Nombre d'autres supports pour les traces
	Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement
	Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation

Temps consacré par l'équipe du laboratoire	Temps de rédaction du rapport
	Temps consacré à l'illustration des idées développées
	Temps consacré à la réalisation de maquettes
Résultats à long terme	Nombre d'idées transmises au service des brevets
	Nombre d'idées réellement brevetées
	Nombre d'expérimentations lancées

Tableau 12 : Indicateurs génériques de l'étape d'implémentation

Tout d'abord, nous avons divisé les résultats de la session en deux catégories : les résultats court terme et les résultats long terme. Les résultats à court terme sont les résultats issus directement de la session. Après les sessions, les résultats sont étudiés par les équipes, indépendamment du laboratoire d'innovation. Ils sont pris en main par le leader technique, les équipes projet, l'équipe du service juridique, ... Dans ce cas, nous parlerons des résultats à long terme, que nous analyserons au moins un mois après la session. De plus, dans cette étape, nous analysons les traces de la session (définies en partie 3.2.1.2).

Pour les indicateurs liés aux **résultats à court terme** de la session de co-créativité, nous comptons le **nombre de productions** réalisées pendant les sessions. Dans les productions, nous prenons en compte des scénarios, des plans d'actions, des parcours d'utilisation, etc. Nous comptons ensuite le nombre d'idées issues des différentes étapes de la session : le **nombre issu de l'étape de conceptualisation**, que l'on appellera des idées générées, le **nombre issu de l'étape de matérialisation**, que l'on appellera des idées développées, combien sont considérées comme **nouvelles** et de **qualité**, et le **nombre d'idées évaluées** en fin de session. Parmi les idées développées, nous relevons également le **nombre d'idées considérées comme potentiellement brevetables** par les participants et le leader technique. Nous nous intéressons également aux autres traces générées par les participants et relevons si des **maquettes** sont réalisées, mais aussi les **supports** qui sont utilisés pour les traces. En effet, nous avons développé des supports, présentés en partie 3.2.2.3, pour recueillir les traces et notamment les idées développées. Mais il est possible que les participants utilisent d'autres supports comme des logiciels de conception 3D.

Dans ces résultats à court terme, nous relevons également le **nombre d'idées développées** qui sont évaluées comme **respectueuses de l'environnement**. Pour cela, nous demandons au leader technique ainsi qu'aux experts en éco-conception de noter les idées en fin de session. La méthodologie d'évaluation de l'éco-responsabilité est détaillée en partie 5.1.2.3. Le **nombre de verbatims** du champ sémantique de l'éco-responsabilité concerne également les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation. Il permet d'analyser si l'éco-conception a été prise en compte au cours du développement des idées, et si l'environnement a été un critère d'évaluation des idées. Ces deux indicateurs nous permettront d'analyser l'impact d'un outil d'éco-créativité sur les résultats d'une session.

Pour les indicateurs liés aux **résultats à long terme** de la session, il s'agit d'assurer un suivi des résultats précédents. Nous comptons le **nombre d'idées qui sont transmises au service des brevets** pour une analyse, mais aussi le **nombre d'idées qui ont réellement donné lieu à un brevet** comme le **nombre d'expérimentation qui ont été lancées**.

La dernière catégorie d'indicateurs génériques que nous évaluons concerne le **temps** consacré par l'équipe du laboratoire d'innovation pour cette étape d'implémentation. Nous comptons la durée consacrée par les différents experts et le facilitateur dans trois domaines : la **rédaction d'un rapport de la session**, **l'illustration des idées développées** et le **prototypage des idées** si nécessaire.

À la suite de la définition de ces indicateurs, nous pouvons maintenant analyser une session de créativité tout au long de son processus. Nous pouvons aussi analyser l'impact d'un outil de créativité, ou dans notre cas d'éco-créativité, sur une session et sur les résultats obtenus.

3.2.2. OUTILS DE RECUEIL DES INDICATEURS

Pour faciliter le recueil de l'ensemble de ces données, nous avons développé différents supports. Ces supports sont couplés à un guide permettant d'expliquer comment les compléter afin de fiabiliser leur utilisation et de garantir une meilleure homogénéisation de leur complétion. L'ensemble de ces supports compose l'outil de recueil MAELI³. Chaque étape de la session nécessite ses propres supports que nous présenterons dans cette partie, avant d'expliquer leur utilisation.

3.2.2.1. *SUPPORTS DE RECUEIL POUR LA PHASE DE PREPARATION*

Pour la phase de préparation, nous disposons de deux supports spécifiques.

Le premier support, présenté en Figure 29, comprend les indicateurs apportés par l'équipe du laboratoire d'innovation, qui concernent les méthodes et outils, ainsi que les temps de préparation. Pour cela, le support de recueil contient une frise chronologique permettant de retranscrire le déroulement prévu de la session, et également des cadres permettant de renseigner les méthodes et outils mis en place, si ceux-ci sont développés pour la session et le temps consacré à la préparation.

Le second support, présenté en Figure 30, est composé des indicateurs apportés par le demandeur de la session et/ou le leader technique de celle-ci. On y retrouve les indicateurs des catégories suivantes : informations spécifiques à la session, problématique et objectifs, et typologie de l'innovation. Le support de recueil permet aussi de prendre des notes sur la problématique de la session et les outils de créativité techniques mis en place.

Etant dans un laboratoire d'innovation industriel et international, et ayant pour objectif que notre méthodologie puisse être mise en place par tout un chacun, les supports ont été rédigés en anglais.

³ Les supports ainsi que le guide d'utilisation de MAELI sont disponibles en Annexes I et II.



Preparation co-creativity session – MAELI



	Preparation time Team FabLab: Team Design: Team Creativity:		Creation of new tools <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		Tools <input type="checkbox"/> Moodboard <input type="checkbox"/> Creativity cards <input type="checkbox"/> User Journey Map <input type="checkbox"/> Persona
--	---	--	---	--	--

1



Figure 29 : Support de recueil des indicateurs de l'étape de préparation - Laboratoire d'innovation



Preparation co-creativity session – MAELI

Following session :

Technical leader :

Dates of the meeting :

The problematic : (How to ... ?)

Criteria :

-
-
-

Key Words (4 Maximum) :

The objectives of the project : At the end of the workshop, we would like ...

Needed ?

- Patent analysis
- Benchmarking
- Definition of the product and specifications
- Results of previous analysis
- 3D/2D Models
- Existing parts
- Presentation 1h
- ...
- ...
- ...

Division:

Profile of the session

- Sharing Conceptualization
- Materialization Evaluation

Innovation

- Product Process Organization
- Radical Incremental
- Technology Usage Environment



Figure 30 : Support de recueil des indicateurs de l'étape de préparation - Leader technique

3.2.2.2. SUPPORTS DE RECUEIL POUR LA PHASE D'IDEATION

Pour la phase d'idéation, nous disposons également de deux supports différents. Le premier support, illustré en Figure 31 permet de relever le déroulé de la session en temps réel, les différentes activités qui sont menées, l'utilisation de boosters de créativité, etc., à l'aide d'une frise. Les indicateurs de la catégorie « planning et organisation » peuvent également être relevés dans les cadres qui contiennent le format de la session, sa durée, le nombre de personnes présentes, etc.

Le second support présenté en Figure 32 se focalise sur les trois autres catégories : l'organisation de la session, la dynamique du groupe et les méthodes, outils et ressources utilisés. Pour chacune des catégories, différents indicateurs sont listés avec des cases permettant de les compter et de prendre des notes sur l'observation de la session.

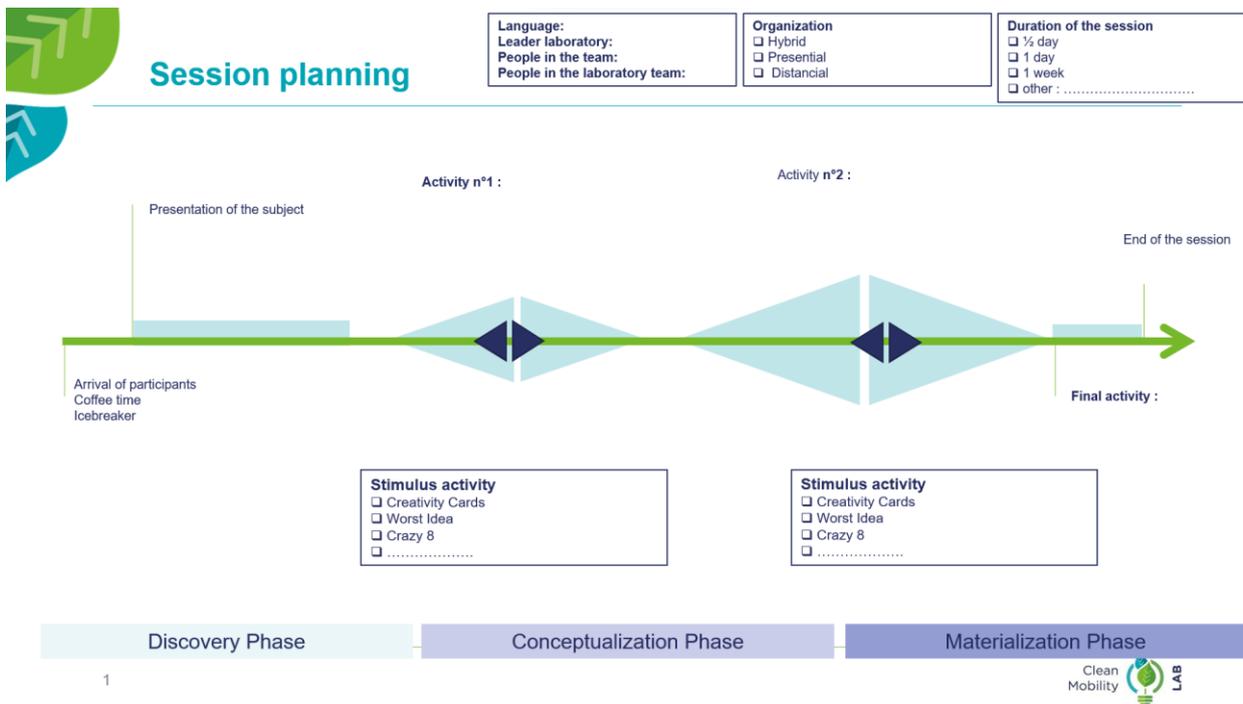


Figure 31 : Support de recueil des indicateurs de l'étape d'idéation - Planning et organisation

Observation session grid		
Session organization	The technical leader takes the facilitator role	
	Quick review between facilitator and technical leader	
	Facilitator adds an activity	
	Add or reduce time to an activity	
	Need to revitalize the group	
	Manage an unexpected event	
		<ul style="list-style-type: none"> • Activity / tools / methods added • Time added / removed • Why ?
Group dynamic	Be late	
	Manage several activity in the same time	
	Stop his/her participation	
	Takes part, asks questions, makes remarks, volunteers	
	Visit the idea wall	
	Bounce off others' ideas	
		<ul style="list-style-type: none"> • Group atmosphere • Strong personalities • ...
Tools use	CMLAB Team is present at the session	
	CMLAB team requested	
	Consult creativity tools	
	Consult technical tools	
	Consult again the tools	
	Handles tools	
		<ul style="list-style-type: none"> • Who is involved in the CMLAB team? • Different participants use the tools or always the same ones?

Clean Mobility LAB

Figure 32 : Support de recueil des indicateurs de l'étape d'idéation - Grille d'observation

3.2.2.3. SUPPORTS DE RECUEIL POUR LA PHASE D'IMPLEMENTATION

A chaque fin de session, l'équipe du laboratoire rédige un bilan de la session reprenant le contexte, le déroulé de la session, les activités réalisées, les idées générées et développées, etc. Ce bilan permet d'identifier les résultats à court terme. Dans ce bilan, nous pouvons retrouver un support, présenté en Figure 33, développé par l'équipe du laboratoire afin d'accompagner les équipes dans le développement des idées et qui permet également, dans le cas de nos indicateurs, d'analyser les champs sémantiques des verbatims employés.

Sur ce support, appelé fiche-idée, nous retrouvons : le titre de l'idée, ses auteurs, ainsi que son descriptif, une illustration et les avantages et inconvénients de l'idée. Il est donc rempli au cours de la phase d'idéation par les participants mais est analysé en phase d'implémentation.

INTERNAL & PARTNERS

Title :

● **Author(s) :**

● **Sketch(s) :**

● **Description :**

+

-

34

N° : Date : Vote :

Clean Mobility LAB

Figure 33 : Support de recueil des indicateurs de l'étape d'implémentation - Fiche idée

Pour identifier les résultats à long terme, nous avons mis en place un entretien semi-directif avec le leader technique. Cet entretien a lieu un mois après la fin de la session et peut ensuite se répéter plusieurs fois si le projet et les actions perdurent. Pour cet entretien, nous proposons une grille de questions, répertoriées dans le Tableau 13, permettant d'orienter les échanges et d'obtenir les indicateurs souhaités. Cette grille s'organise autour de cinq grands thèmes extraient de l'approche QQCOQP (Canonne et Petit 2019).

ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF D'ANALYSE DES RESULTATS A LONG TERME	
QUI ?	<ul style="list-style-type: none"> Est-ce le leader technique qui a géré ou une autre personne ? Qui a participé aux différentes étapes du traitement des idées ? S'il y a développement, expérimentation, est-ce le leader technique qui s'en charge, l'auteur de l'idée, ou quelqu'un d'autre ? Des personnes extérieures à la session, qui n'ont pas participé, sont-elles intervenues (personne des brevets, experts technique...) ?
QUOI ?	<ul style="list-style-type: none"> Y a-t-il eu des outils, des méthodes particulières mises en place (matrice de choix, évaluation particulière (cible, graphique, groupement d'idées...)) ? Comment s'est fait le choix de ces outils/méthodes ? Y a-t-il eu une réévaluation des idées (si première évaluation en étape d'idéation) ?
QUAND ?	<ul style="list-style-type: none"> Combien de temps après la fin de la session les idées sont-elles traitées ? A combien de temps cette phase est-elle estimée ?
COMMENT ?	<ul style="list-style-type: none"> Quelles ont été les étapes du traitement : évaluation, sélection, développement ? Qu'est-ce qui va être mis en place pour les idées sélectionnées ?
POURQUOI ?	<ul style="list-style-type: none"> Quels ont été les critères de sélection ?

Tableau 13 : Grille de questions pour l'entretien semi directif du suivi de session avec le leader technique

3.2.2.4. UTILISATION DE MAELI

Pour compléter MAELI, un nouvel acteur dans les sessions de co-créativité est introduit. En effet, la densité des indicateurs à relever ne permet pas qu'un autre acteur de la session puisse accomplir à la fois son rôle dans la session et remplir des différents supports de recueil. Pour cela, cet acteur spécifique, illustré en Figure 34 et dont le rôle est de recueillir les données, sera appelé « observateur MAELI ».



Figure 34 : Nouveaux acteurs des sessions de co-créativité

La personne désignée doit être de préférence une personne de l'équipe du laboratoire d'innovation ou formée à ses pratiques. Cependant, nous avons essayé de développer une méthodologie utilisable par un maximum de personnes en la rendant simple d'utilisation ou compréhensible. Pour cela, nous proposons également un guide d'utilisation de la méthodologie qui présente les indicateurs, les supports de recueil et comment les compléter de manière détaillée. Le guide comporte également les différents supports que nous utilisons tout au long des sessions (voir Annexe I).

Grâce à ces indicateurs et ces outils de recueil, nous pouvons maintenant analyser les pratiques des laboratoires et analyser, sur l'ensemble d'une session de co-créativité, l'influence de l'introduction d'un outil d'éco-créativité. Avant de nous intéresser à l'analyse de l'impact d'un outil, nous proposons de présenter les premiers résultats obtenus avec MAELI sur l'analyse des pratiques.

3.3. PREMIERS RESULTATS DE MAELI

Les premiers tests de MAELI ont été effectués dans un laboratoire d'innovation industriel et un laboratoire d'innovation universitaire. Ces tests nous ont permis de valider la méthodologie mais également d'identifier les limites de celle-ci. De plus, à travers les indicateurs relevés dans les différentes sessions, nous avons pu obtenir les premiers résultats de la méthodologie en identifiant différents profils de sessions de co-créativité.

3.3.1. IDENTIFICATION DES DIFFERENTS PROFILS DE SESSION

Les indicateurs relevés nous ont permis d'identifier quatre profils de session. Pour chacun de ces profils, nous retrouvons les étapes d'une session de co-créativité (la présentation, la conceptualisation, la matérialisation et l'évaluation). Chaque profil a sa succession d'étapes qui lui est propre : les durées mais également l'importance des étapes diffèrent d'un profil à l'autre. Chacun des profils correspond à un objectif de session précis et suit donc un processus particulier. Chaque profil de session porte le nom de la phase du déroulé la plus importante en accord avec les objectifs définis.

3.3.1.1. SESSIONS DE PARTAGE

L'objectif de ces sessions est de partager, récolter, organiser, etc. des informations entre les participants. Pour ces sessions, la phase de présentation et donc de partage d'informations est la phase la plus importante. Elle est généralement suivie d'une petite phase de conceptualisation où les participants génèrent des idées à la suite des informations échangées.

Les phases de conceptualisation et d'évaluation sont plus rares dans ce profil de session mais peuvent être présentes de manière concise. Le déroulé de ces sessions est représenté sur la Figure 35.



Figure 35 : Déroulé des sessions " de partage"

3.3.1.2. SESSIONS DE CONCEPTUALISATION

Ce profil de séance est utilisé lorsque l'objectif est de générer un maximum d'idées. La phase de présentation a lieu, puis vient une phase de conceptualisation importante suivie d'une phase de matérialisation. Cette phase de matérialisation sert à affiner les idées générées sans pour autant permettre de développer des concepts. La session peut se terminer sur une phase d'évaluation succincte. Le déroulé de cette typologie est représenté sur la Figure 36.

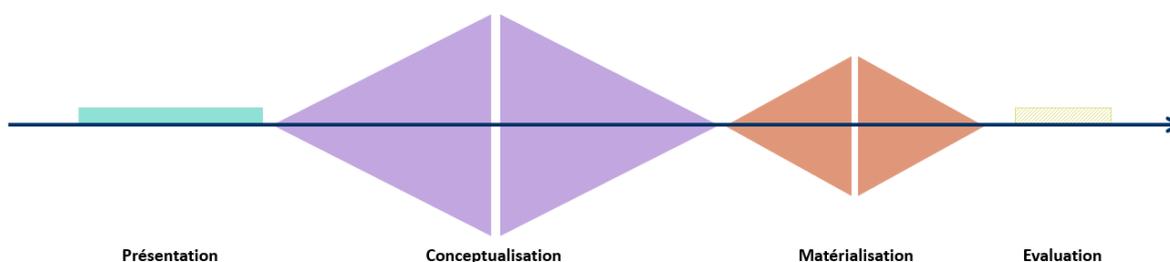


Figure 36 : Déroulé des sessions " de conceptualisation"

3.3.1.3. SESSIONS DE MATERIALIZATION

Ce profil de session intervient quand la demande du porteur de projet est de générer un nombre limité de concepts. La session commence donc par une phase de présentation, puis une phase de conceptualisation avant de mettre l'accent sur la phase de matérialisation. Cette phase est celle qui prendra le plus de temps. Les participants doivent

développer leurs concepts pour avoir des solutions réellement affinées à la fin de la session. La session se termine par une phase d'évaluation. L'évaluation se fait en fonction de critères définis en amont par le leader technique et permet de trier les concepts et définir les actions à mener après la session. Nous pouvons illustrer le processus de cette étape par la Figure 37.

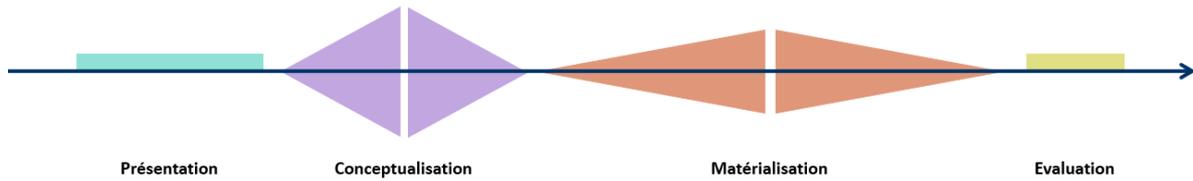


Figure 37 : Déroulé des sessions "de matérialisation"

3.3.1.4. SESSIONS D'ÉVALUATION

Le dernier profil de session que nous avons pu identifier est celui des sessions d'évaluation. Au cours de ces sessions, les participants *challenge* un ou des concepts existants. L'ordre des phases de la session est légèrement modifié. La première phase reste celle de présentation mais elle est suivie d'une première phase d'évaluation sur le ou les concepts à *challenge*. Cette étape permet de mettre en avant les points forts et faibles du concept et ensuite de pouvoir générer des idées autour des points relevés. Ce profil de session suit donc le processus illustré par la Figure 38.

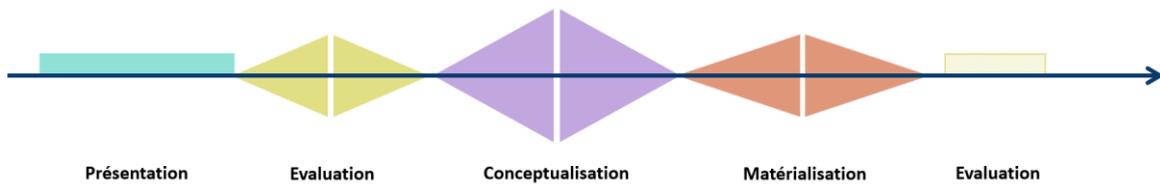


Figure 38 : Déroulé des sessions " d'évaluation"

3.3.1.5. AJUSTEMENT DES INDICATEURS

Suite à la définition de ces quatre profils de session, il nous semble pertinent d'ajouter « Profil de la session ». Il permet de relever si la session a un profil de partage, de conceptualisation, de matérialisation ou d'évaluation.

De plus, nous avons eu du mal à compléter l'indicateur « Etape du processus d'innovation » au cours de nos sessions de test et n'avons pas réellement pu l'exploiter dans notre analyse. Nous décidons donc de le retirer de notre méthodologie.

Pour l'étape de préparation, nous retenons les nouveaux indicateurs présentés dans le Tableau 14 :

Etape de préparation	
Informations spécifiques à la session	Historique du projet
	Etape du processus d'innovation
	Profil de la session
	Nombre de réunions de préparation
Problématique et objectifs	Langue dans laquelle la session est donnée
	Problématique définie par le leader technique
	Problématique identifiée comme orientée éco-conception
	Objectifs à atteindre
	Objectifs identifiés comme orientés éco-conception
	Mots clés
Typologie de l'innovation	Mots clés identifiés comme appartenant à la sémantique de l'éco-responsabilité
	Nature de l'innovation
	Degré de l'innovation
	Levier de l'innovation
Méthodes et outils	Nombre d'outils techniques
	Nombre d'outils créatifs
	Nouvel outil hors porte feuille
	Nombre d'activités prévues
Temps de préparation	Temps du facilitateur
	Temps des experts créa (design)
	Temps des experts créa (prototypage)

Tableau 14 : Nouveaux indicateurs génériques de l'étape de préparation

Cette phase de test, en plus de mettre en avant les résultats que nous venons de présenter, a permis de valider des caractéristiques essentielles de la méthodologie mais aussi d'identifier les limites de celle-ci et notamment les perspectives d'évolution. Elles seront détaillées dans la partie suivante.

3.3.2. PREMIERE EVALUATION DE MAELI

Nous avons pu tester la méthodologie complète au cours de 13 sessions de co-créativité différentes et dans différents contextes. Cela a permis d'identifier les caractéristiques et avantages de la méthodologie mais également ses limites et perspectives d'évolution.

3.3.2.1. **DESCRIPTIF DES SESSIONS ETUDIEES**

Tout d'abord, les différentes sessions de co-créativité où la méthodologie a pu être testée sont présentées dans le Tableau 15. Nous avons pu tester la méthodologie dans des sessions en contexte industriel pour la plupart (12 sessions) et une session en contexte universitaire. Les sessions analysées ont également été organisées en différentes langues, six en français et sept en anglais. Les caractéristiques des sessions différaient d'une session à l'autre. Nous avons testé MAELI sur : une majorité de sessions où l'innovation étudiée était un produit (dix sessions), mais également deux sessions sur des organisations et une session sur un process. Les leviers de l'innovation de la session ont été variés. Six des sessions étudiées avaient un levier technologique, cinq un levier d'usage et deux des objectifs de baisse des coûts. Tous les profils ont pu être représentés dans ces tests : deux sessions avaient un profil de partage, sept de conceptualisation, deux de matérialisation et deux d'évaluation.

Les deux derniers éléments que nous avons pu faire varier, sont le format des sessions et leurs durées. Les sessions ont eu lieu en majorité dans un format présentiel, pour six d'entre elles, et dans un format hybride, pour six également. La dernière session où nous avons testé la méthodologie s'est déroulée dans un format hybride.

Pour les durées, nous avons analysé des sessions où les durées sont les plus représentatives des pratiques du *Clean Mobility LAB*. Sur les treize sessions, six sessions ont duré une journée, cinq sessions se sont déroulées en une demi-journée et les deux dernières sessions ont eu lieu pendant un jour et demi.

Récapitulatif des sessions de co-créativité où MAELI a été testé			
Lieu des sessions			
Industriel		Universitaire	
12 sessions		1 session	
Langue des sessions			
Français		Anglais	
6 sessions		7 sessions	
Typologie de l'innovation des sessions			
Produit	Process		Organisation
10 sessions	1 session		2 sessions
Levier de l'innovation des sessions			
Technologie	Usage		Prix
6 sessions	5 sessions		2 sessions
Format des sessions			
Présentiel	Hybride		Distanciel
6 sessions	6 sessions		1 session
Profil des sessions			
Session de partage	Session de conceptualisation	Session de matérialisation	Session d'évaluation
2 sessions	7 sessions	2 sessions	2 sessions
Durée des sessions			
1 journée et demie	1 journée		1 demie-journée
2 sessions	6 sessions		5 sessions

Tableau 15 : Récapitulatif des sessions de co-créativité où MAELI a été testé

Comme nous pouvons le voir, nous avons pu tester la méthodologie dans des laboratoires d'innovation différents (industriel et universitaire), mais également sur des sessions qui se différencient par leurs caractéristiques, par les profils mis en place et aussi par la durée des sessions ou la langue dans laquelle la session s'est tenue.

Ce panel de sessions nous a permis de définir et de tester les caractéristiques de notre méthodologie, mais également d'identifier ses premières limites.

3.3.2.2. CARACTERISTIQUES DE LA METHODOLOGIE

La première caractéristique à laquelle nous nous intéressons est l'aspect générique de la méthodologie. Elle doit être utilisable et exploitable dans des contextes variés et pas uniquement dans le contexte industriel dans lequel elle a été développée. Pour cela, nous avons donc participé à une session de co-créativité organisée par un laboratoire d'innovation universitaire. Cette session universitaire, autour de *l'Aqua Bike*, était organisée dans une piscine municipale. Cela nous a donc permis de tester la méthodologie au cours d'une session « hors-les-murs ». Ces différents éléments nous ont permis de confirmer le caractère générique de la méthodologie.

La méthodologie a également été utilisée pour des sessions ayant des typologies d'innovation différentes. Parmi les 13 sessions, la nature de l'innovation concernait le produit pour dix d'entre elles, l'organisation pour deux et le processus pour la dernière. Le levier des sessions différait aussi. Six sessions étaient motivées par la prise en compte des utilisateurs et les sept autres par l'amélioration technologique.

Ces premiers tests nous ont permis de valider le remplissage de notre méthodologie avec différents profils de session de co-créativité, que ce soit en termes de durée, de nombre de participants, de typologie de projet étudié ou de contextes socio-économiques dans lesquels il a été utilisé. Mais cela a également permis de poser les limites de la méthodologie.

3.3.2.3. LIMITES IDENTIFIEES DE LA METHODOLOGIE

La méthodologie a pu aussi être testée sur différents formats : six sessions se sont déroulées en présentiel, six en mode hybride et une en vidéoconférence. En utilisant ces différents formats, nous avons pu constater la difficulté de remplir la grille dans le cas de sessions à distance où l'observation de certains indicateurs est limitée voire impossible. Dans ce cas, une adaptation de la grille est nécessaire afin de la remplir correctement. De plus, l'utilisation des outils est rendue obligatoire par le format des sessions en distanciel. Par conséquent, l'ensemble des outils devient donc actif. Bien qu'ils restent à disposition des participants tout le long de la session, il est difficile de relever les indicateurs de cette catégorie.

Ces observations sont en accord avec les travaux de Ziegler (Ziegler, Diehl, et Zijlstra 2000) sur les caractéristiques spécifiques des pratiques de co-créativité à distance. Notre méthodologie constitue une première base de travail pour les sessions en mode hybride ou distanciel. Mais il apparaît clairement qu'elle doit être retravaillée pour s'adapter aux spécificités des méthodes et procédures d'animation utilisées dans ces deux formats.

Par ailleurs, lors du test en contexte universitaire, la session était animée par deux facilitateurs simultanément. N'ayant jamais eu cette configuration dans notre contexte industriel, nous n'avons pas conçu la méthodologie en intégrant cette possibilité. Il serait intéressant de proposer des indicateurs permettant d'intégrer cette pratique de co-facilitation dans notre méthodologie.

Différentes versions de la méthodologie avec des indicateurs spécifiques seraient intéressantes à développer : par exemple, dans le cas d'une co-facilitation, des formats où au moins une personne est en distanciel, ...

3.4. DISCUSSION SUR LA PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE D'ANALYSE DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE

L'étude de la littérature nous a permis de mettre en avant le déficit de critères pour analyser l'apport d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil dans une session de co-créativité. En effet, actuellement quatre critères sont utilisés afin d'analyser une session de co-créativité (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009 ; Runco et Jaeger 2012) : la quantité des idées générées, leur qualité, leur nouveauté et leur variété. Ces critères interviennent uniquement en fin de session. Cependant, comme nous avons pu le voir, les sessions de co-créativité suivent un processus complexe et afin d'analyser l'apport d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil il est nécessaire de s'intéresser à l'ensemble de ce processus.

Dans cette partie, nous avons proposé une nouvelle méthodologie complète d'analyse des sessions de co-créativité. Pour cela, nous avons réalisé une observation participante (Gold 1958 ; Bourdieu 2003) aux sessions de co-créativité organisées par le *Clean Mobility LAB*, laboratoire d'innovation industriel. L'analyse de la littérature ainsi que notre participation à plus d'une cinquantaine de sessions de co-créativité, nous a permis de définir 55 indicateurs d'analyse. Ces indicateurs couvrent les trois étapes du processus de créativité : la préparation, l'idéation et l'implémentation. Pour concevoir cette méthodologie, nous avons combiné les différents travaux existant sur les séances de co-créativité, ceux sur les méthodes utilisées pour animer les séances (Cruickshank et Evans 2011 ; Freitag Granholt et Martensen 2021 ; Mosely, Wright, et Wrigley 2018 ; Aguirre, Agudelo, et Romm 2017), sur les dynamiques sociales durant la séance (Mullen et Copper 1994 ; Langfred 1998 ; Marques Santos, Uitdewilligen, et Margarida Passos 2015 ; Csikszentmihalyi 1996 ; Paulus, Dzindolet, et Kohn 2012) ainsi que ceux focalisés sur l'évaluation des idées générées lors des séances (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009 ; Runco et Jaeger 2012). De plus, afin de rendre notre méthodologie complète, nous nous sommes également concentrés sur l'éco-conception en étape de créativité. En effet, notre objectif étant de proposer un nouvel outil d'éco-créativité, des indicateurs sur le domaine de l'éco-conception sont primordiaux. Dans la littérature, nous n'avons pas identifié d'indicateurs permettant d'analyser le potentiel d'éco-créativité d'une session. Nous avons donc décidé de proposer 6 indicateurs nous permettant d'ajouter cette dimension à notre méthodologie.

MAELI apporte donc une analyse complète et exhaustive des sessions de co-créativité à travers de multiples indicateurs issus de la littérature et de notre observation participante dans un laboratoire d'innovation industriel. De plus, elle propose également de positionner la séance de créativité dans un processus complet en commençant par la phase de préparation et en assurant un suivi de la phase d'implémentation sur plusieurs semaines.

Pour vérifier la pertinence de cette méthodologie et de ses indicateurs, nous avons pu la tester au cours de 13 sessions de co-créativité. Ces tests nous ont permis d'affiner nos indicateurs afin de s'adapter aux différents contextes mais aussi de proposer des pistes d'amélioration pour la méthodologie en identifiant les limites de celle-ci.

Cependant, bien que les tests réalisés nous aient permis de valider cette méthodologie pour la suite de notre recherche, nous n'avons pas pu évaluer différents critères qui nous permettraient de valider le côté générique de MAELI. Tout d'abord, une seule personne a rempli la méthodologie tout au long des tests. Nous n'avons donc pas pu valider son objectivité (Anceaux et Sockeel 2006). En effet, l'objectif serait que cette méthodologie soit utilisable par tout le monde et que les résultats obtenus ne varient pas en fonction de la personne qui observe la session. Il serait donc intéressant de faire remplir les différents matériels de recueil par un panel de personnes, sensibilisées à la créativité et aux laboratoires d'innovation, sur une session complète.

L'autre critère important à vérifier serait la fidélité de la méthodologie (Anceaux et Sockeel 2006) à travers l'évaluation de sa répétabilité et de sa reproductibilité (Desquibet 2012). Aujourd'hui, nous avons testé la méthodologie sur différents profils de session. Mais la répartition de ceux-ci ne permet pas de réellement valider la reproductibilité et la répétabilité de MAELI. Il serait intéressant de la tester sur plus de sessions hors du contexte industriel, sur plus de session de partage ou d'évaluation et également sur des sessions au format distanciel.

Un autre élément important que nous n'avons pas considéré est le lien entre la personnalité et le potentiel créatif des personnes (T. Amabile 1996 ; Puozzo 2016). En effet, le potentiel créatif des personnes dépend de leurs ressources cognitives et conatives (Lubart, Zenasni, et Barbot 2016). Les participants étant un des acteurs principaux des sessions de co-créativité, leur potentiel créatif aura un fort impact sur la session. Cependant, comme dans notre contexte industriel nous sommes limités aux employés de l'entreprise comme participants, nous ne pouvons pas contrôler ces paramètres. De plus, au vu de notre recherche, ce niveau d'analyse semblait trop détaillé et non réalisable dans le

temps imparti. Afin d'améliorer l'analyse des sessions et de comprendre le lien entre les résultats de l'analyse et le profil des participants, nous pourrions créer et donner à chaque participant un questionnaire en début de session permettant de connaître leur profil créatif. Il pourrait également être pertinent de réaliser des sessions similaires avec des participants ayant un profil unique. Sur le même modèle, l'état d'esprit du facilitateur a un rôle essentiel dans la session (Kaufmann 2003 ; Davis 2009 ; Chen, Hu, et Plucker 2016). La création d'un indicateur permettant de le prendre en compte permettrait d'affiner l'analyse de la session et des résultats.

4. PROPOSITION D'UN NOUVEL OUTIL D'ECO-CREATIVITE

L'état de l'art nous a permis de mettre en avant le déficit de méthodes et d'outils pour supporter l'éco-innovation durant des sessions de co-créativité.

Les méthodes et outils existants, divisés en différentes catégories, sont des outils qui permettent de prendre en compte les impacts environnementaux des produits tout au long du processus de conception, que ce soit en phase d'analyse, avec les approches matricielles, les éco-profilés ou les *checklists*, en phase d'évaluation avec les analyses de cycle de vie, ou pendant la phase de génération avec des outils spécifiques. Pour la phase d'analyse, nous avons pu totaliser six outils et sept pour la phase d'évaluation. Cependant, nous avons pu mettre en avant un déficit de méthodes et d'outils pour la phase de génération. Un des leviers pouvant être exploité pour cette phase est les sessions de co-créativité qui ont pour objectif d'accompagner des équipes dans leur génération d'idées autour d'une problématique.

Dans cette partie, nous proposons de présenter la démarche suivie afin de concevoir un outil de créativité pour supporter l'éco-conception dans des sessions de co-créativité. Pour cela, nous suivrons un processus de conception comme présenté en partie 2.2.2.7. Nous commencerons par une étape d'analyse qui nous permettra d'établir les spécifications d'un outil d'éco-créativité. A travers notre état de l'art, nous avons pu identifier l'outil *guidelines* comme un outil de recommandations, utilisable en phase de génération et compréhensible par des non-experts. Nous avons donc décidé, par la suite, de nous concentrer sur cet outil pour proposer un nouvel outil d'éco-créativité. Nous présenterons une première étape de génération autour de l'outil *guidelines* permettant d'établir ses limites et de proposer une évolution des spécifications. Ensuite, nous présenterons une nouvelle étape de génération où nous reconstruirons l'outil *guidelines* pour le transformer en deux matérialisations d'un outil d'éco-créativité que nous comparerons à travers des sessions de co-créativité afin de n'en retenir qu'un.

Nous concluons ce chapitre en présentant notre outil final : l'Eco-Booster.

4.1. ETAPE D'ANALYSE : DEFINITION DES SPECIFICATIONS D'UN OUTIL D'ECO-CREATIVITE

Dans cette première étape, nous nous appuyons sur l'état de l'art et sur notre expérience en immersion au sein d'un laboratoire d'innovation industriel afin de proposer les fonctions auxquelles notre outil d'éco-créativité devra répondre. L'étude de la littérature ayant permis d'identifier des caractéristiques essentielles à l'éco-conception, à la créativité et aux sessions de co-créativité, nous commencerons par rappeler les conclusions de notre état de l'art avant de présenter la définition des premières spécifications.

4.1.1. SYNTHESE DE L'ETAT DE L'ART

Pour rappel, nous définissons l'éco-créativité comme :

Eco-créativité : génération d'idées nouvelles, originales, respectueuses de l'environnement et adaptées au contexte dans lequel elles se manifestent.

Nous souhaitons donc que notre outil d'éco-créativité réponde à des critères liés à l'éco-conception mais également à des critères liés à la créativité.

4.1.1.1. CRITERES LIES A L'ECO-CREATIVITE

Nous nous concentrons tout d'abord sur les spécifications liées à l'éco-conception présentées dans le Tableau 16. Les différentes définitions de l'éco-conception nous ont permis d'identifier cinq caractéristiques primordiales auxquelles un outil d'éco-conception doit répondre :

- Avoir une **approche multi-étapes** : l'outil ne doit pas se focaliser sur une unique phase du cycle de vie de produit. Il doit intégrer toutes les étapes du cycle.
- Avoir une **approche multi-impacts** : aujourd'hui, l'approche est essentiellement portée sur les impacts CO₂ des produits (Konietzko 2022). L'outil doit sortir de cela et proposer une approche qui prend en compte les autres impacts environnementaux existants.
- Avoir une **approche multi-niveaux** : l'objectif de cette caractéristique est de ne pas considérer uniquement le produit mais le système dans lequel il s'inscrit dans son ensemble.
- Permettre une conception à **iso-qualité** : une méthode ou un outil d'éco-conception doit permettre de concevoir un produit respectueux de l'environnement, sans dégrader les attentes de celui-ci.
- Être **interdisciplinaire** : un outil d'éco-conception doit pouvoir être utilisé par des acteurs de différentes disciplines. Pour cela, il doit être facile d'utilisation et de compréhension.

Les deux caractéristiques concernant l'approche multi-étapes et l'approche multi-impacts permettent d'éviter ce que l'on nomme les transferts d'impacts. Par exemple, si l'on considère un seul impact environnemental, le risque est de réussir à le diminuer tout en augmentant les autres impacts environnementaux.

Afin d'être identifié comme un outil d'éco-conception, notre outil doit respecter ces différents critères.

Fonction	Critères
Favoriser l'éco-conception	Soutenir une approche multi-étapes
	Soutenir une approche multi-impacts
	Soutenir une approche multi-niveaux
	Soutenir une conception à iso-qualité
	Soutenir l'interdisciplinarité : compréhensible et accessible à tous les métiers

Tableau 16 : Fonction de l'outil d'éco-créativité liée à l'éco-conception

Cependant, ces critères sont génériques et concernent toutes les méthodes et outils d'éco-conception. Un outil d'éco-créativité va être utilisé en étape de génération du processus de conception de produit et plus précisément à l'étape d'idéation du processus de créativité. Un outil d'éco-créativité, afin d'assurer son rôle et de permettre de favoriser l'éco-conception en session de co-créativité doit donc permettre aux participants des sessions de développer des idées

respectueuses de l'environnement, mais également de favoriser la prise en compte des impacts environnementaux dans le développement de celles-ci. Deux nouvelles spécifications, présentées dans le Tableau 17, sont donc nécessaires.

Fonction	Critères
Favoriser l'éco-conception	Permettre aux participants de développer des idées respectueuses de l'environnement
	Favoriser la prise en compte des impacts environnementaux dans le développement des idées

Tableau 17 : Fonction de l'outil d'éco-créativité liée à l'éco-conception et à la créativité

Maintenant que nous avons vu les spécifications afin de favoriser l'éco-conception, nous nous intéressons au second domaine de l'éco-créativité : la créativité. Dans notre état de l'art, nous avons pu mettre en avant quatre éléments essentiels à l'évaluation de la créativité : la quantité des idées développées, leur qualité, leur variété et leur nouveauté. L'outil doit donc permettre aux participants de générer des idées dans ce sens. Ces spécifications sont précisées dans le Tableau 18.

Fonction	Critères
Favoriser la créativité	Permettre aux utilisateurs de générer de nombreuses idées
	Permettre aux utilisateurs de générer des idées de qualité
	Permettre aux utilisateurs de générer des idées nouvelles
	Permettre aux utilisateurs de générer des idées variées

Tableau 18 : Fonction de l'outil d'éco-créativité liée à la créativité

Cependant, avec la construction de MAELI, nous avons montré que les résultats d'une session ne se limitaient pas uniquement à ses résultats à court terme. Les indicateurs définis dans la partie 3.2.1, nous ont permis de relever la nécessité de s'intéresser à la dynamique de groupe. On souhaite donc que notre outil favorise cet indicateur en éveillant la curiosité des participants, en augmentant leur motivation mais également en favorisant les échanges entre eux. Ces éléments nous amènent à proposer les spécifications du Tableau 19.

Fonction	Critères
Favoriser la créativité	Eveiller la curiosité des participants
	Favoriser la motivation des participants
	Favoriser les échanges entre les participants

Tableau 19 : Fonction de l'outil d'éco-créativité liée à la dynamique de groupe

4.1.1.2. CRITERES LIES AUX PRATIQUES DU LABORATOIRE D'INNOVATION

L'outil d'éco-créativité sera utilisé dans les sessions de co-créativité du *Clean Mobility LAB*. Pour cela, il doit s'adapter à ses pratiques. La construction de MAELI et notamment notre immersion dans un laboratoire d'innovation, nous ont permis de souligner les différences qu'il peut y avoir entre des sessions de co-créativité, que ce soit au niveau de leur format, de leur profil, de leurs caractéristiques, etc. De plus, nous avons également mis en avant la double utilisation des outils en mode passif ou en mode actif en fonction des besoins de la session. L'outil d'éco-créativité, afin d'être implémentable en laboratoire d'innovation, doit répondre aux spécifications présentées dans le Tableau 20.

Fonction	Critères
Être flexible et adaptable	Pouvoir être utilisé sur les différents profils de session
	Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées technologie, usage, prix...
	Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées produit ou process
	Permettre de réaliser des sessions hybrides ou distancielles
	Permettre de réaliser des sessions internationales
	Passer du mode actif au mode passif facilement

Tableau 20 : Fonction de l'outil d'éco-créativité liée aux sessions de co-créativité

De plus, l'analyse des acteurs des sessions de co-créativité nous a permis d'identifier la variété des participants. Afin que l'outil soit utilisé à son plein potentiel, il doit donc être utilisable et compréhensible par tous les profils de participants et ne pas nécessiter de formation particulière. Cela permettra qu'il soit utilisable en version passive. Ces spécifications permettent de répondre à l'une des limites des outils d'éco-conception que nous avons pu identifier : la nécessité d'une formation particulière ou d'une sensibilisation aux enjeux environnementaux. Le facilitateur de l'outil d'éco-créativité ne doit pas non plus suivre une formation spécifique. L'outil doit être simple à animer et ne nécessiter aucune connaissance autre que celle de la facilitation.

Deux autres limites à l'implémentation des méthodes et outils supportant l'éco-conception sont leur coût et le temps de mise en œuvre. Il est important que notre outil s'affranchisse de ces limites et soit peu coûteux et peu chronophage. En effet, cela permettra une implémentation plus facile dans les laboratoires d'innovation. Ces observations nous amènent à de nouvelles spécifications présentées dans le Tableau 21.

Fonctions	Critères
Être facile d'utilisation et de mise en œuvre	Être peu coûteux
	Être peu chronophage
	Être utilisable par tous les profils de participants
	Être compréhensible par tous les profils de participants
	Ne doit pas nécessiter de formation particulière
	Être facile à animer

Tableau 21 : Fonctions de l'outil d'éco-créativité liées aux limites de l'éco-conception

Tous ces éléments représentent les spécifications d'un outil d'éco-créativité adapté aux pratiques des laboratoires d'innovation.

4.1.2. SPECIFICATIONS D'UN OUTIL D'ECO-CREATIVITE

A l'aide des résultats obtenus, nous avons pu mettre en avant différentes fonctions et spécifications que notre outil devra remplir. Ces spécifications sont présentées dans le Tableau 22.

Fonctions		Spécifications
STIMULER L'ECO-CREATIVITE	Favoriser l'éco-conception	Soutenir une approche multi-étapes
		Soutenir une approche multi-impacts
		Soutenir une approche multi-niveaux
		Soutenir une conception à iso-qualité
		Soutenir l'interdisciplinarité : compréhensible et accessible à tous les métiers
		Permettre aux participants de développer des idées respectueuses de l'environnement
		Favoriser la prise en compte des impacts environnementaux dans le développement des idées
	Favoriser la créativité	Permettre aux utilisateurs de générer de nombreuses idées
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées de qualité
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées nouvelles
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées variées
		Eveiller la curiosité des participants
		Favoriser la motivation des participants
		Favoriser les échanges entre les participants
S'ADAPTER AUX PRATIQUES DES LABORATOIRES D'INNOVATION INDUSTRIELS	Être flexible et adaptable	Pouvoir être utilisé sur les différents profils de sessions
		Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées technologie, usage, prix...
		Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées produit ou process
		Permettre de réaliser des sessions hybrides ou distancielles
		Permettre de réaliser des sessions internationales
		Passer du mode actif au mode passif facilement
	Être facile d'utilisation et de mise en œuvre	Être peu coûteux
		Être peu chronophage
		Être utilisable par tous les profils de participants
		Être compréhensible par tous les profils participants
		Ne doit pas nécessiter de formation particulière
		Être facile à animer

Tableau 22 : Spécifications d'un outil d'éco-créativité

Nos spécifications étant définies, nous poursuivons notre processus de conception de l'outil avec une première étape de génération d'idées autour de l'outil *guidelines* afin de proposer un outil d'éco-créativité.

4.2. GENERATION DES PREMIERES IDEES D'OUTIL D'ECO-CREATIVITE

L'état de l'art réalisé et le comparatif des outils présentés dans la section 2.3.3.8 nous montrent que peu d'outils répondent aux critères suivants : d'être utilisable en phase de génération (préliminaire et détaillée), de ne nécessiter que peu de connaissances techniques particulières et de regrouper au moins trois des caractéristiques de l'éco-conception.

Dans les outils analysés, la littérature n'identifie que l'outil *guidelines* comme répondant à ces critères (M. D. Bovea et Pérez-Belis 2012 ; Bellini et Janin 2019 ; Lili Coustillac et al. 2023). C'est pourquoi, nous décidons de nous appuyer sur cet outil afin de générer nos premières idées d'outil d'éco-créativité.

Dans cette partie, nous présenterons une activité menée au sein d'un laboratoire d'innovation afin de créer notre propre liste de *guidelines* ainsi que son ou ses scénarios d'utilisation. Pour mener cette activité, nous nous sommes inspirés des pratiques actuelles du *Clean Mobility LAB* en suivant le processus des sessions de co-créativité mis en place.

4.2.1. PREPARATION DE L'ACTIVITE AUTOUR DES GUIDELINES

Différentes *guidelines* existent, suivant qu'elles soient orientées cycle de vie, utilisateur, économie circulaire, rédigées en français, en anglais, en espagnol, ou issues d'articles de journaux, de livres, de normes, etc. Il n'existe pas de version universelle de cet outil.

Nous décidons donc de mener une activité avec les membres d'un laboratoire d'innovation afin de créer notre propre liste.

4.2.1.1. DEFINITION DES OBJECTIFS

La perspective principale de cette activité est donc de trouver comment implémenter les *guidelines* dans les pratiques actuelles des laboratoires d'innovation et notamment dans les sessions de co-créativité. Pour cela, nous avons identifié deux objectifs principaux :

- **Objectif 1** : créer une liste de recommandations commune au laboratoire d'innovation
- **Objectif 2** : créer des scénarios d'utilisation de cet outil en session de co-créativité

4.2.1.2. PREPARATION DES METHODES ET OUTILS

Pour répondre à ces objectifs, nous avons mis en place des méthodes et outils que nous utilisons tout au long de l'activité.

Pour permettre aux participants de créer un outil *guidelines* commun, nous avons retenu sept listes différentes qui serviront de socle commun :

- Une liste proposée par Teulon (Teulon 2014) qui est composée de 56 recommandations,
- Une liste issue d'une norme (AFNOR 2002b) avec 36 recommandations,
- Une liste écrite par Maccioni (Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019) qui comporte 66 recommandations,
- Une liste issue de la roue de LiDS divisée en 33 recommandations (H. Brezet et Van Hemel 1997),
- Une liste rédigée par Bovea (María D. Bovea et Pérez-Belis 2018) avec 46 recommandations orientées sur l'économie circulaire,
- Une liste qui propose 29 recommandations écrite par Issa (Issa et al. 2015),
- Une liste de 33 recommandations de Van Hemel (Van Hemel 1998).

Ces listes permettent d'avoir une représentation des différentes typologies de listes existantes. Elles sont laissées à disposition des participants pendant la session avec des outils leur permettant de les « manipuler », les couper, les assembler, les relier, etc.

4.2.1.3. CHOIX DES PARTICIPANTS

Pour cette session, nous souhaitons avoir des participants sensibilisés ou non à la créativité et/ou à l'éco-conception. Nous avons décidé de la mener avec les membres du laboratoire d'innovation dans lequel nous sommes intégrés, composé d'experts créativité, qu'ils soient des experts en design ou en prototypage rapide, de personnes

sensibilisées ou formées à l'éco-conception, et de personnes neutres, ni formées à la créativité ni à l'éco-innovation. Pour représenter les personnes neutres, nous avons sélectionné des étudiants en communication.

Le groupe de participants se compose donc de quatre experts en créativité (deux experts en prototypages rapide et deux experts en design). Parmi ces quatre experts créativité, deux d'entre eux sont identifiés comme sensibilisés à l'éco-conception. Le groupe se compose également d'un expert en éco-conception et une personne neutre pour compléter notre session. Ces différents profils sont représentatifs des participants d'une session de co-créativité et d'un groupe interdisciplinaire.

4.2.2. IDEATION AUTOUR DES GUIDELINES

La deuxième étape du processus de créativité est celle de l'idéation, où nous cherchons donc à répondre à la problématique soulevée en générant des idées.

Cette session, de profil matérialisation, a duré trois heures. Pour atteindre nos objectifs, nous avons suivi le déroulé présenté dans le Tableau 23. La session était divisée en trois étapes majeures. Une première étape de présentation a servi à introduire la problématique liée à l'éco-conception en session de co-créativité, ainsi qu'à présenter l'outil *guidelines* et les différentes listes de recommandations. Une deuxième étape, de conceptualisation, a été consacrée à la création d'une liste de recommandations commune par les participants. Puis, la session s'est achevée sur une étape de restitution et de partage autour de l'activité.

Etape	Durée de l'étape	Objectifs de l'étape	Matériel
Présentation	30 minutes	Comprendre la problématique de l'éco-conception en session de co-créativité Introduction aux <i>guidelines</i> Présentation de l'activité et du matériel	Support de présentation
Conceptualisation Matérialisation	2 heures	Classification, rangement, organisation des recommandations Création d'une liste de recommandations commune	Socle commun de <i>guidelines</i> Matériel de créativité (ciseaux, scotch, feutres...)
Restitution	30 minutes	Partage autour de l'activité	

Tableau 23 : Déroulé de la première activité de co-créativité menée

L'observation de la session de co-créativité nous a permis très rapidement, vingt minutes après le début de la phase de conceptualisation/matérialisation, de remarquer que cette session de co-créativité, s'est transformée en session de créativité individuelle, comme représenté en Figure 39.



Figure 39 : Activité de création d'une liste de recommandations pour un laboratoire d'innovation

En effet, les participants, au cours de leurs échanges, n'ont pas réussi à trouver de consensus, la quantité d'informations à lire, traiter, classer, n'a pas permis un résultat collaboratif efficace. Les participants ont très

rapidement préféré travailler en autonomie. Ainsi, il en a résulté que chaque participant a créé sa propre liste de recommandations.

Cependant, cette session nous a permis de relever les limites de cette catégorie d'outil, dans son format actuel.

4.2.3. IMPLEMENTATION

Tout au long de l'activité, nous avons récolté différentes questions ou remarques faites par les participants nous permettant d'identifier les limites de l'outil *guidelines* sous son format actuel.

« C'est quoi l'approche en cascade ? »

« Qu'est-ce qu'ils entendent par « désassemblage actif » ? »

« C'est quoi le produit final ? »

« Toutes les recommandations ne sont pas claires »

Ces verbatims ont été prononcés par des participants sensibilisés ou non à l'éco-conception et à ses outils. Elles nous ont permis de relever une difficulté dans la compréhension des recommandations ainsi que la présence de termes techniques et de termes liés au domaine de l'éco-conception difficilement compréhensibles pour un novice.

« On est d'accord que toutes les recommandations ne sont pas reliées à l'impact environnemental d'un produit »

« Il y a des recommandations qui sont évidentes et d'autres pas du tout »

Ces deux remarques amènent à réfléchir sur la subjectivité des recommandations. En effet, toutes les recommandations concernent l'impact environnemental d'un produit et ont pour objectif de donner des leviers afin de le réduire. Pourtant, certains participants ont eu du mal à établir ce lien. De plus, nous nous sommes rendu compte que les recommandations évidentes pour certains participants ne l'étaient pas pour d'autres.

« Est-ce qu'il y a des exemples ou des illustrations pour mieux les comprendre ? »

Cette dernière question met en avant le manque de représentations visuelles pour illustrer les recommandations. Les deux limites identifiées précédemment, la subjectivité et la difficulté de compréhension, pourraient être résolues à l'aide d'illustrations et d'exemples qui aideraient les participants.

Cette première étape de génération menée au travers de notre activité autour des *guidelines* nous a permis d'identifier les limites de cet outil. A partir des limites identifiées, nous pouvons ajuster les spécifications définies précédemment.

4.3. MISE A JOUR DES SPECIFICATIONS

L'activité précédente nous a montré que l'outil *guidelines*, identifié dans la littérature comme compréhensible par des non experts du domaine, était en pratique difficile à comprendre et sujet à interprétation. Nous proposons donc d'affiner le critère « être compréhensible par tous les participants ».

Un des problèmes de compréhension était lié au vocabulaire utilisé dans les recommandations. Des mots techniques ou liés au domaine de l'éco-conception sont utilisés. Nous souhaitons donc que notre outil utilise des mots simples et peu de vocabulaire technique pour qu'il puisse être compréhensible facilement.

Un autre point soulevé dans notre activité était le manque d'illustration des recommandations : aucun exemple n'y est associé. Pour répondre à cette problématique, nous souhaitons également que notre outil contienne des illustrations ou des exemples afin d'aider les utilisateurs à visualiser les recommandations données.

Malgré les limites identifiées, les recommandations ont permis de soulever de nombreuses questions et discussions au sein du groupe. Nous souhaitons donc que notre outil propose des recommandations comme l'outil *guidelines*, que l'on peut identifier comme leviers d'éco-conception. En plus d'accompagner les équipes dans leur génération d'idées, cela permettra de stimuler leur dynamique.

Dans le Tableau 24, nous présentons la liste des spécifications mise à jour. Les spécifications ajoutées sont en gras.

Fonctions	Spécifications	
STIMULER L'ECO-CREATIVITE	Favoriser l'éco-conception	Soutenir une approche multi-étapes
		Soutenir une approche multi-impacts
		Soutenir une approche multi-niveaux
		Soutenir une conception à iso-qualité
		Soutenir l'interdisciplinarité : compréhensible et accessible à tous les métiers
		Permettre aux participants de développer des idées respectueuses de l'environnement
		Favoriser la prise en compte des impacts environnementaux dans le développement des idées
		Proposer des recommandations / leviers d'éco-conception
	Favoriser la créativité	Permettre aux utilisateurs de générer de nombreuses idées
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées de qualité
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées nouvelles
		Permettre aux utilisateurs de générer des idées variées
		Eveiller la curiosité des participants
		Favoriser la motivation des participants
S'ADAPTER AUX PRATIQUES DES LABORATOIRES D'INNOVATION INDUSTRIELS	Être flexible et adaptable	Pouvoir être utilisé sur les différents profils de sessions
		Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées technologie, usage, prix...
		Pouvoir être utilisé sur des sessions orientées produit ou process
		Être utilisable en ligne
		Être international
		Passer du mode actif au mode passif facilement
	Être facile d'utilisation et de mise en œuvre	Être peu coûteux
		Être peu chronophage
		Être utilisable par tous les profils de participants
		Être compréhensible par tous les profils participants
		Ne pas utiliser de mots techniques liés au domaine de l'éco-conception
		Simplifier les recommandations au maximum
		Ne doit pas nécessiter de formation particulière
		Être facile à animer
Contenir des illustrations et des exemples		

Tableau 24 : Spécifications mises à jour d'un outil d'éco-créativité

Cette activité nous a également permis de revoir notre stratégie de génération pour la seconde itération.

En effet, nous avons pu nous rendre compte que l'activité proposée de co-créativité n'a pas été efficace pour cette activité. L'activité, initialement prévue, comme une activité de co-créativité, est rapidement devenue une activité de créativité individuelle. Cela peut s'expliquer par le fait que nous étions dans une activité de convergence uniquement.

Quand nous regardons les profils des sessions (présentés en section 3.3.1), avant chaque activité de convergence, une activité de divergence est nécessaire.

Dans le cas d'une activité avec des objectifs extrêmement convergents telle que celle organisée, les pratiques actuelles en créativité n'ont pas su répondre à notre besoin. Nous préférons donc, pour notre deuxième itération, adopter une approche différente basée sur une analyse sémantique.

4.4. GENERATION DE L'ECO-BOOSTER

Pour cette seconde génération, nous avons commencé par réaliser une analyse sémantique de l'outil *guidelines* afin de le simplifier. Cette analyse, menée sur le socle commun de listes que nous avons utilisé précédemment, a permis d'identifier le champ lexical de l'éco-conception. Par la suite, nous avons cherché à transformer ce champ lexical en outil d'éco-créativité.

4.4.1. ANALYSE SEMANTIQUE DE L'OUTIL GUIDELINES

Dans cette seconde itération, nous cherchons à répondre à la problématique suivante : comment adapter les listes de recommandations pour les utiliser dans une session de co-créativité d'un laboratoire d'innovation industriel ?

L'objectif de cette seconde génération est de simplifier l'outil *guidelines*, de supprimer les mots techniques employés et de répondre aux spécifications ajoutées. Pour ce faire, nous avons décidé de réaliser une analyse sémantique des sept listes précédemment sélectionnées, soit plus de 300 recommandations. L'objectif de cette analyse est d'identifier le champ sémantique de l'éco-conception en adoptant la méthodologie proposée par Baregheh (Baregheh, Rowley, et Sambrook 2009) :

- Comptage de la fréquence d'apparition des mots :
 - Nombre de fois où les mots apparaissent dans toutes les listes de lignes directrices,
 - Le nombre de listes dans lesquelles le mot apparaît,
- Regroupement des mots ayant la même racine (par exemple, recyclable, recyclabilité et recyclage),
- Regroupement des mots antagonistes (augmentation et diminution par exemple). Les antagonistes sont considérés comme des leviers de créativité identiques,
- Notation de la fréquence d'apparition. Nous réalisons cette notation en multipliant le nombre de fois où le mot apparaît dans les sept listes et le nombre de listes où il apparaît,
- Calcul du pourcentage d'apparition des groupes de mots, en se servant de la fréquence d'apparition des groupes de mots, calculée précédemment, afin de comparer le poids des groupes de mots dans les listes de recommandations étudiées,
- Élimination de groupes de mots ou des mots qui n'apparaissent que peu de fois (inférieur à 1%),
- Identification du champ sémantique de l'éco-conception.

Cette analyse a permis de mettre en évidence un total de 51 groupes de mots. Après avoir regroupé les mots de la même famille et les antagonistes puis supprimé les groupes de mots à faible pourcentage (mis en gris dans les tableaux), nous retenons un total de 26 groupes de mots. Nous avons décidé de les diviser en deux groupes principaux : les verbes, constitués de 10 groupes de mots, et les noms, constitués de 16 groupes de mots (avec des noms ou des adjectifs).

Les résultats de cette analyse sont présentés dans le Tableau 25 et le Tableau 26. Les tableaux se divisent en cinq colonnes qui retracent les différentes étapes de la méthodologie utilisée. La première colonne affiche les mots comptés. Dans les deux colonnes suivantes figurent le nombre d'itérations de ce mot, c'est-à-dire le nombre de fois où le mot apparaît dans les recommandations, suivi du nombre de listes dans lesquelles le mot apparaît. La quatrième colonne est le résultat de la pondération donnée à chacun de ces mots. Et enfin, la dernière colonne indique le pourcentage d'apparition des mots.

Par exemple, dans le Tableau 25, nous voyons que le groupe de mots sur les matériaux apparaît 82 fois dans toutes les recommandations. Ce groupe de mots a également été identifié dans les sept listes étudiées, ce qui lui permet d'avoir une fréquence d'apparition de 574. Si nous le comparons aux autres groupes de mots, il représente 19% du champ sémantique de l'éco-conception.

Les dernières lignes des deux tableaux, grisées, représentent les mots qui n'ont pas été retenus dans l'analyse sémantique car ils disposaient d'un pourcentage trop faible d'apparition pour être considéré comme un attribut de l'éco-conception.

NOMS				
	Nombre d'itérations (i)	Nombre de listes où le mot apparaît (l)	Fréquence d'apparition (i*l)	Pourcentage d'apparition (%)
Matériaux Ressources	82	7	574	19%
Produit	53	7	371	12%
Composants Emballage	39	7	273	9%
Energie	39	7	273	9%
Multifonction Désassemblage Modularité	24	7	168	6%
Consommation	25	6	150	5%
Maintenance	19	7	133	4%
Renouvelable Propre Hasardeux	22	6	132	4%
Déchets Consommables	22	6	132	4%
Transport Logistique	21	6	126	4%
Durée de vie Durabilité Fin de vie	21	6	126	4%
Poids Volume	23	5	115	4%
Efficacité	18	6	108	4%
Impacts Emissions	21	5	105	4%
Production	17	6	102	3%
Environnement	10	5	50	2%
Utilisateur	6	4	24	1%
Technique	3	3	9	0%

Tableau 25 : Champ sémantique de l'éco-conception identifié - Catégorie "noms"

VERBES				
	Nombre d'itérations (i)	Nombre de listes où le mot apparaît (l)	Fréquence d'apparition (i*l)	Pourcentage d'apparition (%)
Minimiser Maximiser Optimiser	71	7	497	21%
Utiliser Utilisation Usage	70	7	490	21%
Réduire Augmenter Limiter	60	7	420	18%
Choisir	55	6	330	14%
Faciliter	27	6	162	7%
Recycler	22	7	154	7%
Réutiliser Réparer	18	7	126	5%
Concevoir	17	6	102	4%
Adapter Modifier	10	3	30	1%
Collecter	4	3	12	1%
Impliquer	4	2	8	0%

Tableau 26 : Champ sémantique de l'éco-conception identifié - Catégorie "verbes"

Cette analyse a mis en évidence que, malgré la multiplicité des *guidelines* (dans notre cas, sept listes étudiées comptant plus de 300 recommandations), un champ sémantique commun de l'éco-conception peut être identifié. Le champ sémantique peut varier en fonction des listes étudiées. Mais nous considérons que les listes choisies sont suffisamment représentatives et hétérogènes par rapport à la littérature et au résultat souhaité.

Suite à cette identification du champ sémantique de l'éco-conception, nous souhaitons proposer une matérialisation de ce champ sémantique sous la forme d'un outil d'éco-créativité.

4.4.2. MATERIALIZATION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE

Afin de mettre en forme l'outil, nous avons tout d'abord cherché à définir une mécanique d'utilisation globale. Nous avons à notre disposition le champ sémantique de l'éco-conception divisé en deux catégories : des noms et des verbes, que nous cherchons à utiliser. Nous nous sommes donc penchés sur les leviers de créativité connus en conception de produit issus de la méthode SCAMPER. Cette méthode a été développée par Osborn (Osborn 1953). Dans un premier temps, cette méthode consiste à dissocier les éléments d'un produit, puis dans un second temps à appliquer à ces différents éléments les verbes SCAMPER. Les verbes sont les suivants :

- S pour Substituer
- C pour Combiner
- A pour Adapter
- M pour Modifier et Magnifier
- P pour Produire
- E pour Eliminer
- R pour Renverser et Réorganiser

Dans notre cas, nous pouvons identifier les outils *guidelines* comme produit de départ. Notre première étape, l'analyse sémantique, nous a permis de dissocier les différents éléments de notre produit en identifiant son champ sémantique. Parmi la liste des verbes proposés par la méthode SCAMPER nous retenons le verbe **combiner**. En combinant les verbes et les noms sortis de notre analyse sémantique, nous pourrions produire de nouvelles recommandations, ou leviers de créativité orientés éco-conception.

Dans la liste de noms identifiés et présentés dans le Tableau 25, nous pouvons remarquer qu'un des groupes de mots est composé d'adjectifs. Comme la combinaison d'un verbe et d'un adjectif ne peut pas être identifiée comme une recommandation, nous ne retenons pas ce groupe de mots.

Une fois la mécanique d'utilisation globale de l'outil définie, nous avons donc matérialisé celui-ci à travers deux outils différents.

4.4.2.1. **PREMIERE MATERIALIZATION DE L'ECO-BOOSTER : LES CARTES**

Pour la première matérialisation de l'outil, nous avons souhaité reprendre un outil existant du laboratoire d'innovation dans lequel nous sommes intégrés. Cet outil est un booster de créativité inspiré des méthodes TRIZ et ASIT. Il reprend les grands leviers de ces méthodes à travers des planches d'inspiration au format carte. Cet outil nous a semblé pertinent à utiliser car les participants des sessions de co-créativité le connaissait déjà et il est composé de planches d'inspiration, outil le plus utilisé en sessions.

Nous concevons donc une carte par attribut qui reprend :

- Les attributs, identifiés en bas de la carte, accompagnés d'un antonyme, afin d'avoir deux leviers de créativité
- Des synonymes à l'attribut et à son antonyme au centre de la carte

Des images d'inspiration qui illustrent l'attribut, son antonyme et les synonymes comme illustré sur la Figure 40.



Figure 40 : Eco-Booster matérialisation cartes

4.4.2.2. SECONDE MATERIALIZATION DE L'ECO-BOOSTER : LA ROUE

Sur la même mécanique d'utilisation, nous avons proposé une seconde matérialisation de notre outil. Pour cela, nous avons donc créé une double roue, illustrée en Figure 41, qui permet d'associer les noms et les verbes pour les combiner et créer des recommandations simplifiées. Sur la roue intérieure, les verbes issus de l'analyse des pratiques sont repris, et sur la roue extérieure, nous retrouvons les noms. A l'extérieur, une flèche permet d'indiquer la combinaison obtenue. En faisant pivoter les deux roues, cela nous permet d'obtenir plus de 154 combinaisons différentes. Chacun des éléments est accompagné d'un pictogramme le représentant pour illustrer les termes et faciliter leur compréhension.



Figure 41 : Eco-Booster matérialisation roue

Avant de tester la version finale, nous ne souhaitons conserver qu'une seule matérialisation de l'Eco-Booster. Pour cela, nous décidons de mener une enquête qualitative sur l'expérience d'utilisation des deux matérialisations à travers des sessions de co-créativité organisées avec des étudiants, au sein du laboratoire d'innovation.

4.5. COMPARAISON DES DEUX MATERIALISATION DE L'ECO-BOOSTER

Afin de faire un choix entre les deux matérialisations de notre Eco-Booster, nous allons les tester à travers des sessions de co-créativité, réalisées au sein du laboratoire d'innovation, avec des étudiants. L'objectif de ces sessions est de sélectionner l'outil qui propose la meilleure expérience utilisateur pour l'implémenter et le tester dans le laboratoire d'innovation sur des projets industriels. En parallèle, nous testerons également différents scénarios d'utilisation afin d'en définir un final pour l'outil. Dans cette partie, nous présenterons donc cette activité et les résultats obtenus.

4.5.1. OBJECTIFS DE L'ACTIVITE

Dans cette activité, nous chercherons à répondre à la problématique suivante :

Quelle matérialisation de l'Eco-Booster propose la meilleure expérience d'utilisation ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons identifié deux objectifs :

- **Objectif 1** : Identifier quelle matérialisation de l'outil amène la meilleure expérience d'utilisation aux participants d'une session de co-créativité.
- **Objectif 2** : Tester différents scénarios d'utilisation afin d'identifier lequel propose la meilleure expérience d'utilisation pour les participants.

4.5.2. METHODE UTILISEE

Afin de récolter des retours d'expérience d'utilisation des outils et également de tester différents scénarios d'utilisation, nous avons construit des sessions de co-créativité destinées à des étudiants nous formés aux pratiques des laboratoires d'innovation.

4.5.2.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Chaque année, le laboratoire d'innovation industriel que nous avons intégré organise des demi-journées dédiées aux étudiants. Les étudiants peuvent venir, sur inscription, visiter l'entreprise et son laboratoire d'innovation. Nous avons donc profité de deux demi-journées pour réaliser notre étude et ajouter à l'emploi du temps une session de co-créativité.

Cible étudiée

Au cours de ces demi-journées, des étudiants de trois écoles sont ciblés : deux écoles d'ingénieurs généralistes et une école spécialisée dans la technologie et le commerce. Les étudiants seront répartis aléatoirement dans les sessions organisées, mélangeant ainsi les formations et les niveaux d'études allant du bac+3 au bac+5.

Déroulé de la demi-journée

Ces demi-journées sont divisées en deux activités phares pour les étudiants : une visite de l'entreprise et une session de co-créativité. Les étudiants ont été divisés en deux groupes qui ont alterné sur les activités afin de diminuer l'effectif. Le déroulement précis de la demi-journée est présenté sur le Tableau 27. Pour les sessions de co-créativité, nous avons sous-divisé également le groupe en deux. Cela a permis de tester les matérialisations de l'Eco-Booster, cartes et roue, de manière simultanée et de multiplier également le nombre de sessions réalisées.

Horaires	Activités du groupe A	Activités du groupe B	
13h15 – 13h30	Accueil des participants sur le site		
13h30 – 14h30	Visite de l'entreprise	Session de co-créativité	
		Groupe 1 – Eco-Booster matérialisation cartes	Groupe 2 – Eco-Booster matérialisation roue
14h30 – 15h30	Présentation des métiers de l'entreprise et temps d'échange avec des RH		
15h30 – 16h30	Session de co-créativité		Visite de l'entreprise
	Groupe 1 – Eco-Booster matérialisation cartes	Groupe 2 – Eco-Booster matérialisation roue	
16h30 – 17h	Conclusion de la demi-journée		

Tableau 27 : Planning de l'activité de comparaison des deux matérialisations de l'Eco-Booster

Comme nous pouvons le voir, nous avons facilité deux groupes en simultané avec une matérialisation de l'Eco-Booster différente. Pour cela, nous avons donc formé en amont un facilitateur, membre de l'équipe du laboratoire d'innovation, déjà formé à la créativité et à l'éco-conception.

4.5.2.2. ORGANISATION DE NOTRE SESSION DE CO-CREATIVITE

Pour notre session de co-créativité, les participants devaient répondre à une problématique interne à l'industrie. A la fin de la session, l'objectif était de générer un maximum d'idées pour répondre à cette problématique. La session est donc identifiée comme une session de matérialisation que nous condenserons en deux heures.

Durant ces deux heures, nous avons suivi le planning présenté sur la Figure 42.

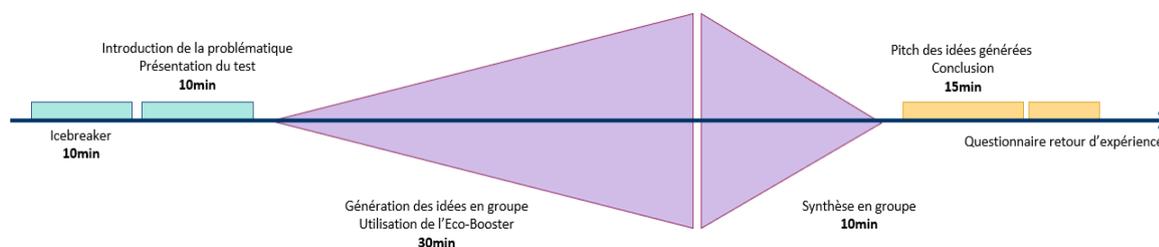


Figure 42 : Déroulé de la session de co-créativité

La première étape a consisté en un brise-glace ou *icebreaker*. L'objectif de cette étape est de mettre à l'aise les participants et de faciliter les communications entre eux pour la suite.

La deuxième étape était la phase de présentation. Pendant 10 minutes, la problématique et le contexte sont présentés. Nous présentons également le test réalisé sur les deux outils. Nous profitons aussi de cette étape pour séparer les participants en deux groupes : un groupe avec l'Eco-Booster en matérialisation cartes et le second avec l'Eco-Booster en matérialisation roue.

Ensuite, les participants ont eu 30 minutes pour générer un maximum d'idées pour répondre à la problématique. Pour cela, un facilitateur a été attribué à chacun des groupes. Il a animé l'outil et les a accompagnés dans leur génération d'idées. Le facilitateur a pu tester différents scénarios d'utilisation des outils. Nous avons défini deux scénarios d'utilisation par matérialisation de l'Eco-Booster.

La session s'est terminée par un temps sans les facilitateurs où les participants ont organisé leurs idées avant de les présenter à l'autre groupe. Pour finir, nous avons fait circuler aux participants un questionnaire pour recueillir leurs retours d'expérience sur les outils.

SCENARIOS D'UTILISATION DE L'ECO-BOOSTER

Scénarios d'utilisation des cartes

Le **premier scénario** d'utilisation des cartes est le suivant :

Le facilitateur fait piocher deux cartes (une carte nom et une carte verbe) à chacun des participants. Pendant deux minutes, les participants génèrent un maximum d'idées à l'aide de la combinaison verbe / nom. Les participants exposent ensuite leurs idées au groupe avant de recommencer l'exercice. Cet exercice est réalisé pendant les 30 minutes disponibles pour tester l'outil.

Dans le **second scénario**, le déroulement est le même, mais la combinaison de cartes tirées est attribuée au groupe. Les participants génèrent des idées à partir des mêmes cartes.

Scénarios d'utilisation de la roue

Dans le **premier scénario**, le facilitateur tourne les roues afin d'associer un nom et un verbe. Les participants choisissent leurs combinaisons et, pendant deux minutes, génèrent un maximum d'idées à l'aide de la combinaison verbe / nom. Les participants exposent ensuite leurs idées au groupe avant de recommencer l'exercice. Cet exercice est réalisé pendant 30 minutes.

Dans le **second scénario**, le déroulement est identique, mais la combinaison verbe / nom est imposée aux participants à l'aide d'une flèche.

Ces scénarios d'utilisation nous ont permis de tester deux aspects différents :

- Les participants choisissent ou non leur combinaison
Dans les scénarios avec la roue, dans le premier cas, les participants voient afficher toutes les combinaisons et choisissent la combinaison les inspirant le plus. Dans le second la combinaison est imposée et ils n'ont plus le choix.
- Les participants ont la même combinaison ou des combinaisons différentes
Dans les scénarios avec les cartes, le premier scénario propose une combinaison différente à chaque participant alors que le second propose une combinaison commune au groupe. Dans les deux cas, les combinaisons sont imposées.

4.5.2.3. MATERIEL UTILISE

Pour recueillir les retours d'expérience des participants, nous avons développé deux questionnaires, Figure 43 et Figure 44, un pour chaque matérialisation des outils.

Dans les deux questionnaires, nous nous intéressons à deux niveaux de compréhension :

- La compréhension générale de l'outil (utilisation et éléments constitutifs (mots, images, pictogrammes...))
- La compréhension de l'éco-créativité : les dimensions d'éco-conception et de créativité sont-elles comprises au cours de l'utilisation ?



QUESTIONNAIRE CARTES

De quelle école viens-tu ?

Quel est ton niveau d'étude ?

Q1 : Sur les cartes, qu'as-tu le plus regardé pour t'inspirer ?

Les mots Les images

Q2 : Selon toi, toutes les cartes sont elles pertinentes ? Si non, quelles cartes supprimerais tu ?

Oui Non

.....

.....

Q3 : Y'a-t-il une ou plusieurs planches que tu juges particulièrement incompréhensibles ? Si oui, lesquelles ?

Oui Non

.....

.....

Q4 : Il y a des cartes avec des verbes, d'autres avec des noms, penses-tu que la nuance soit pertinente ? Si Non, comment peut on modifier ces cartes ? Leur utilisation ?

Oui Non

.....

.....

Q5 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la prise en compte des problématiques d'éco-responsabilité ?

1 2 3 4 5

Q6 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la créativité ?

1 2 3 4 5



Figure 43 : Questionnaire du retour d'expérience de l'Eco-Booster matérialisation cartes



QUESTIONNAIRE ROUE

De quelle école viens-tu ?

Quel est ton niveau d'étude ?

Q1 : Sur la roue, que regardes tu le plus pour t'inspirer ?

L'écriture Les pictos

Q2 : Selon toi, tous les mots / verbes te semblent ils pertinents ? Si non, quels mots / verbes supprimerais tu ?

Oui Non

.....

.....

Q3 : Sur une échelle allant de 1 (très peu compréhensible) à 5 (très compréhensible), à combien évaluerais-tu la compréhension des pictogrammes ?

1 2 3 4 5

Q4 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais-tu l'utilité de cet outil pour favoriser la prise en compte des problématiques d'éco-responsabilité ?

1 2 3 4 5

Q5 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la créativité ?

1 2 3 4 5



Figure 44 : Questionnaire du retour d'expérience de l'Eco-Booster matérialisation roue

De plus, tous au long de ces sessions, une observation active est réalisée. La facilitatrice du laboratoire d'innovation dans lequel les sessions ont été organisées a pu relever les verbatims utilisés par les participants, les questions et les remarques faites.

4.5.3. RESULTATS

Les questionnaires remplis par les participants à la fin des sessions nous ont permis d'obtenir les résultats présentés dans le Tableau 28. Ils permettent de répondre à l'objectif n°1 qui était d'identifier quelle matérialisation de l'outil amène la meilleure expérience d'utilisation aux participants d'une session de co-créativité.

	Compréhension de l'outil				Compréhension de l'éco-créativité	
	Que regardes-tu le plus pour t'inspirer ?		Niveau de pertinence des mots	Compréhension des pictogrammes (sur 5)	Dimension éco-responsable (sur 5)	Dimension créative (sur 5)
	Ecriture	Images / Pictogrammes				
Roue	67%	33%	86%	4,2	4,1	4,5
Cartes	65%	35%	83%	<i>Pas de pictogrammes</i>	3,7	4

Tableau 28 : Résultats de la compréhension des outils

Pour la compréhension de l'outil, que ce soit la matérialisation roue ou la matérialisation carte, nous pouvons remarquer que les participants regardent principalement les écritures pour s'inspirer. Dans le cas de la roue, 67% des participants préfèrent regarder les écritures contre 33% préférant regarder les pictogrammes. Pour les cartes, les réponses aux questionnaires montrent des résultats similaires, 65% des participants sont inspirés par les écritures et 35% trouvent leur inspiration dans les images. La deuxième question sur la compréhension de l'outil concernait la pertinence des mots : dans les deux matérialisations plus de 80% des participants ont jugé les mots utilisés, issus du champ sémantique de l'éco-conception, pertinents. Dans le cas de la roue, la compréhension des pictogrammes a également été évaluée. Les participants ont accordé à ce critère la moyenne de 4,2/5.

Pour la compréhension de l'éco-créativité, nous nous intéressons à la compréhension de la dimension éco-responsable, liée à l'éco-conception, et à la compréhension de la dimension créative. Dans les deux cas, la matérialisation roue a obtenu une moyenne supérieure à celle de la matérialisation cartes. Pour la dimension éco-responsable, la roue a obtenu une moyenne de 4,1/5 contre une moyenne de 3,7/5 pour les cartes. Dans le cas de la dimension créative, la roue a obtenu une moyenne de 4,5/5 pour une moyenne de 4/5 pour les cartes.

Tout au long de l'activité avec les cartes, un observateur a également pu relever les verbatims suivants :

« Choisir / Adapter permet d'aborder des concepts différents »

« C'est pertinent, peut-être juste en avoir moins et que ce soit plus général (ouvert) »

« Elles sont toutes pertinentes pour la créativité »

« Chaque carte possède au moins une info pertinente »

« Ce ne sont pas tant les cartes mais les associations »

Tous ces verbatims, récoltés auprès des participants ayant utilisé la matérialisation carte de l'Eco-Booster, montrent la pertinence des éléments de l'outil pris de manière individuelle. Cependant, quand nous regardons les associations, nous nous rendons compte que celles-ci ne sont pas forcément pertinentes pour les participants. De plus, le verbatim « chaque carte possède au moins une info pertinente » soulève le nombre important d'informations à disposition sur les cartes.

Les verbatims semblent montrer que la pertinence de l'outil peut être noyée dans le nombre d'informations à disposition pour les participants et empêcher sa pleine compréhension.

Si nous nous intéressons à la matérialisation roue de notre outil, les verbatims suivants ont été relevés :

« Pertinent mais association des deux pas toujours optimale »

« Mots pertinents mais association compliquée »

« Certains sont incompatibles "increase waste" on suppose dans ce cas l'inverse »

Les verbatims mettent en avant la difficulté de la compréhension des associations proposées. Cependant, le dernier verbatim relevé, « Certains sont incompatibles "increase waste" on suppose dans ce cas l'inverse », laisse à penser que la roue peut permettre plus facilement de rebondir dans le cas d'une association compliquée.

Ces différences de compréhension entre les deux outils peuvent s'expliquer par la matérialisation de l'outil. En effet, sur la roue, tous les mots (verbes et noms) sont visibles et donc permettent également d'autres associations. Sur les cartes, les participants n'ont à leur disposition que le contenu des cartes qu'ils ont tirées. Une vision globale de l'outil semble permettre une meilleure compréhension et constitue un moyen de créer des leviers différents en cas de combinaison compliquée ou qui n'inspire pas quelqu'un.

Les différents scénarios d'utilisation testés nous ont également permis de répondre au deuxième objectif qui était de définir un scénario d'utilisation optimal. Les résultats fournis sont issus des observations faites pendant les sessions. Au cours de ces sessions, nous avons pu tester deux aspects différents d'utilisation :

- Les participants choisissent ou non leur combinaison
- Les participants ont la même combinaison ou des combinaisons différentes

Dans le premier cas, nous avons pu nous rendre compte que ne pas imposer la combinaison de mots aux participants et leur laisser choisir celle qu'ils préféreraient ne les amenait pas à générer des idées mais plutôt à débattre sur les différentes combinaisons possibles. Ce qui nous a donc fait perdre la dimension créative de l'outil, un de ses objectifs principaux.

Dans le deuxième cas, lorsque les participants ont chacun leur combinaison et qu'ils exposent les idées qu'ils ont générées, les autres participants découvrent la combinaison tirée. Cela limite les discussions entre eux et nous remarquons que les idées exposées sont moins sujettes aux échanges. Quand les participants ont la même combinaison pour générer des idées, nous apercevons des idées similaires mais les participants rebondissent sur les idées des autres et les agrémentent de leurs propres idées.

Quel que soit le scénario, nous avons dû adapter le temps laissé à la génération des idées. Dans le scénario initial, nous avons dimensionné une durée de deux minutes par combinaison. Or, nous nous sommes rendu compte que pour des personnes peu ou pas familières des sessions de co-créativité, ce temps était trop limité. Dans le cas de la matérialisation carte de l'outil, celle-ci est composée de plusieurs éléments et les participants n'ont pas le temps de les intégrer dans ce laps de temps. Pour notre scénario final, nous rallongerons donc les temps dédiés à la génération d'idées.

De plus, comme le nombre de tirage n'était pas défini en amont de la session mais adapté en fonction de la dynamique du groupe, du temps passé sur les présentations des idées et les échanges autour, des groupes n'ont réalisé que deux tirages quand d'autres ont pu tester six combinaisons différentes. Cela a permis à l'observateur des sessions de souligner que la dynamique des groupes était meilleure après plusieurs tirages. Au deuxième tirage, les participants comprennent déjà la mécanique de l'outil et l'utilisation devient plus fluide. Plus de conversations ont lieu et les participants génèrent plus d'idées. Cependant, pour les groupes où nous avons réalisé six tirages, nous avons pu remarquer une lassitude des participants. La dynamique est comprise, l'outil n'est plus nécessaire pour générer des idées.

Tous ces éléments vont nous permettre de proposer une version finale de notre Eco-Booster avec son scénario d'utilisation.

4.6. PRESENTATION DE L'ECO-BOOSTER

Les éléments récoltés lors des sessions de co-créativité nous ont permis de proposer la matérialisation roue de l'Eco-Booster en version finale, présentée en Figure 45.



Figure 45 : Version finale de l'Eco-Booster

Les sessions nous ont montré que contrairement aux cartes, la roue permet une meilleure compréhension générale de la part des participants, notamment par la vision complète de l'ensemble du champ sémantique de l'éco-conception. Les participants semblent comprendre son intérêt pour favoriser la créativité mais également pour prendre en compte les problématiques d'éco-responsabilité en conception de produit.

Les résultats de l'activité, bien qu'en faveur de la roue, ne montrent pas une différence très marquée entre les deux matérialisations. Nous avons donc choisi de prendre également en compte l'aspect nouveauté de l'outil, même si cet élément ne transparaît pas dans l'activité de comparaison, il sera intéressant pour les pratiques actuelles de notre laboratoire d'innovation.

Les sessions nous ont également permis de revoir le scénario d'utilisation de notre Eco-Booster.

Scénario d'utilisation standard

Les sessions de test nous ont montré que les deux minutes de génération étaient trop courtes pour des personnes non familiarisées aux pratiques des laboratoires d'innovation. Nous proposons donc un temps dégressif afin de leur permettre d'appréhender l'utilisation de l'outil sur la première génération.

Le facilitateur tourne les roues afin d'obtenir une première combinaison « verbe et mot ». Les participants ont cinq minutes pour générer des idées à partir de cette combinaison avant de les partager avec le groupe. Le facilitateur ou un participant tourne à nouveau les roues afin de produire une nouvelle combinaison. Les participants ont cette fois-ci trois minutes pour générer des idées avant de les présenter au groupe. Pour le dernier tirage, les participants n'auront plus qu'une minute de génération.

Adaptabilité de l'outil

Bien qu'ayant un scénario standard d'utilisation, l'Eco-Booster peut facilement s'adapter à d'autres usages. Sur l'outil, le cercle externe avec l'indicateur permettant de signaler la combinaison tirée est amovible. De cette manière, il devient alors un outil plus orienté sur les discussions comme ont pu nous le montrer les sessions de test. Cela nous laisse donc à penser que l'outil est aussi bien implémentable en session de co-créativité avec des objectifs de génération d'idées (les profils de conceptualisation, de matérialisation ou d'évaluation) que des sessions où l'objectif est de partager des informations (profil session de partage).

De plus, l'outil peut facilement passer du mode actif à passif. Le mode passif consistant à le laisser en exposition lors d'une séance. Les participants le consultent ou non. Il suffit que le facilitateur impose un temps d'utilisation de l'outil et suive le scénario d'utilisation pour qu'il passe en mode actif.

Fabrication de l'outil

Un des critères voulu pour cet outil est qu'il soit facile à mettre en œuvre, peu coûteux et peu énergivore. Pour cela, nous avons opté pour une fabrication réalisable dans une majorité de laboratoires d'innovation, qui ne demande pas de processus compliqué à mettre en place ou de machines originales. Dans notre cas, nous avons réalisé l'Eco-Booster à l'aide de la découpeuse laser à disposition dans le FabLab de notre laboratoire d'innovation, de roulements à billes standard et de carton de découpe basique. Les plans de notre Eco-Booster sont disponibles en Annexe III.

4.7. DISCUSSION SUR LA PROPOSITION D'UN NOUVEL OUTIL

La seconde problématique que nous avons soulevée dans notre état de l'art est le déficit d'outils d'éco-conception pour les phases de génération d'idées dans le processus de conception de produit (M. D. Bovea et Pérez-Belis 2012 ; Bellini et Janin 2019 ; Lili Coustillac et al. 2023). Pour y répondre, nous proposons un nouvel outil d'éco-créativité, qui permet de supporter l'éco-conception pendant la génération d'idées et, notamment, dans des sessions de co-créativité.

Dans ce chapitre, nous avons donc présenté la méthodologie suivie afin de concevoir cet outil, l'Eco-Booster, à travers les différentes étapes suivies. Nous avons commencé par une première étape d'analyse des résultats que nous avons obtenus grâce à notre état de l'art mais également avec la conception de MAELI. Cette étape nous a permis de définir des spécifications d'un outil d'éco-créativité. Nous avons ensuite cherché à générer nos premières idées d'outil d'éco-créativité autour de l'outil *guidelines*, identifié, dans notre état de l'art, comme celui se rapprochant le plus d'un outil d'éco-créativité. Nous avons donc organisé une session de co-créativité avec des participants sensibilisés ou non à la créativité et/ou à l'éco-innovation afin de proposer notre propre liste de recommandations, utilisable dans les laboratoires d'innovation en session de co-créativité. Cette activité ne nous a pas permis d'atteindre notre objectif initial mais de poser des limites d'utilisation des *guidelines* sous leur format actuel. En l'état, les recommandations données ne sont pas compréhensibles par tout le monde. Les personnes non initiées à l'éco-conception relèvent des termes spécifiques au domaine, ce qui provoque une incompréhension de certaines recommandations. Nous avons également pu relever la subjectivité des recommandations données et leur manque d'illustration et d'exemples, qui simplifieraient leur compréhension. Tous ces éléments nous ont permis de compléter nos spécifications initiales en ajoutant des spécifications répondant aux limites identifiées.

La littérature n'identifiant pas d'autres méthodes ou d'autres outils que les *guidelines* répondant à nos critères, nous avons décidé de conserver cet outil de référence et de le simplifier. Pour cela, nous avons donc décidé de mener une analyse sémantique (Baregheh, Rowley, et Sambrook 2009) sur différentes listes de recommandations issues de la littérature (H. Brezet et Van Hemel 1997 ; Van Hemel 1998 ; AFNOR 2002b ; Teulon 2014 ; Issa et al. 2015 ; María D. Bovea et Pérez-Belis 2018 ; Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019).

Cette analyse a permis d'identifier un champ sémantique issu de l'éco-conception qui nous servira de point de départ pour notre Eco-Booster. Nous avons proposé deux matérialisations de l'Eco-Booster, sous forme de cartes et de roue, que nous avons testées lors de sessions de co-créativité. Ces sessions ont permis d'obtenir de premiers retours d'utilisation sur les deux matérialisations de l'outil, de choisir quelle matérialisation de l'outil nous conservons et de définir un protocole d'utilisation. Pour sa version finale, l'Eco-Booster est constitué d'une double roue permettant de combiner différents éléments du champ sémantique identifié, des verbes et des noms, afin de créer des recommandations simplifiées.

A travers cette conception d'outil d'éco-créativité, nous avons pu, tout d'abord, réaliser une analyse critique de l'outil *guidelines*. La subjectivité et la difficulté de sa compréhension ainsi que son manque de visibilité n'en font pas un outil utilisable en session de co-créativité. Cette analyse critique permet de renforcer et d'affiner l'évaluation de cet outil. Dans un second temps, nous avons proposé une nouvelle approche de simplification et de conception d'une méthode ou d'un outil de créativité à travers la réalisation d'une analyse sémantique. Dans notre cas, nous nous sommes concentrés sur des recommandations liées à l'éco-conception. Mais, l'analyse sémantique peut s'extrapoler à des recommandations issues d'autres domaines tels que l'ergonomie, l'innovation frugale, le biomimétisme, etc. Cela permet d'identifier un champ sémantique lié au domaine à matérialiser pour en faire une méthode ou un outil de créativité.

Pour notre recherche, nous nous sommes limités à la créativité. Cependant, ce champ sémantique doit pouvoir s'utiliser pour matérialiser des outils à d'autres étapes du processus de conception, que ce soit en étape d'analyse ou d'évaluation, mais également à d'autres étapes du processus de créativité en proposant des méthodes et outils d'accompagnement pour l'implémentation par exemple.

Nous nous sommes également limités à deux matérialisations de notre Eco-Booster, un format carte et un format roue, dont nous avons testé l'expérience utilisateur de manière qualitative. Cependant, d'autres matérialisations peuvent être testées : sous forme de planches, de dés, d'application numérique, de nuancier... Tester différentes matérialisations permettrait d'avoir une analyse plus exhaustive de l'expérience d'utilisation de l'Eco-Booster. Il peut également être intéressant de proposer un panel de matérialisation de l'Eco-Booster, afin que l'animateur choisisse la

matérialisation en fonction des objectifs de la session, du profil créatif des participants, de sa propre expérience d'animation, etc.

De plus, pour la définition de notre protocole d'utilisation, nous avons testé différentes dynamiques de protocole que nous avons évaluées de manière qualitative. Pour définir un protocole qui permettrait une expérience d'utilisation et d'animation optimale, une expérimentation de comparaison de différents protocoles sur des sessions de co-créativité doit encore être réalisée, par exemple, en variant le nombre de tirages de combinaisons ou en variant les temps d'idéation après chacun des tirages. Pour conduire une évaluation qualitative de l'expérience d'utilisation de notre outil avec ces différentes variations, un questionnaire de satisfaction auprès des participants pourrait être proposé. En revanche, pour une analyse plus quantitative, il semblerait plus pertinent d'utiliser MAELI afin d'étudier les résultats issus des sessions tests.

Pour notre recherche, nous étudions donc l'Eco-Booster tel que défini en partie 4.6. Nous devons maintenant tester l'Eco-Booster afin d'analyser son impact sur l'éco-créativité dans des sessions de co-créativité. Pour cela, nous proposons deux expérimentations : en contexte industriel et en contexte académique.

5. EVALUATION DE L'ECO-BOOSTER

L'Eco-Booster est un outil d'éco-créativité qui vise à mieux prendre en compte les impacts et défis environnementaux actuels dans un projet de conception de produit et plus précisément sur les phases d'idéation. Afin d'évaluer ses performances sur l'éco-créativité d'une session de co-créativité ainsi que sur son expérience d'utilisation, nous souhaitons réaliser des expérimentations en conditions réelles. Dans un premier temps, nous avons évalué l'Eco-Booster dans un contexte industriel, à travers des sessions de créativité organisées dans un laboratoire d'innovation industriel. Dans un second temps, nous l'avons testé dans un contexte académique, dans le cadre d'un exercice géant d'idéation : un hackathon. Tout au long de nos différentes expérimentations, nous nous appuyons sur MAELI pour recueillir les données. La méthodologie sera utilisée dans son entièreté, de la phase de présentation à celle d'implémentation afin de recueillir tous les indicateurs nécessaires pour analyser l'impact éco-créatif de l'Eco-Booster. Nous analyserons notamment les verbatims utilisés par les participants des différentes sessions étudiées. Dans cette partie, nous nommons les verbatims les traces écrites relevées ou les traces issues des entretiens avec les porteurs de projet.

Dans ce chapitre, nous exposerons les deux études expérimentales menées en détaillant les hypothèses et protocoles suivis avant de présenter et discuter leurs résultats.

5.1. EVALUATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL

Dans cette première expérimentation, nous cherchons à analyser l'impact de l'Eco-Booster sur des sessions de co-créativité dans un contexte industriel.

5.1.1. OBJECTIFS DE L'ÉVALUATION

Dans cette expérimentation, nous chercherons à répondre à la problématique suivante :

Problématique : L'Eco-Booster favorise-t-il l'éco-créativité dans un contexte industriel ?

Pour répondre à cette problématique, en nous appuyant sur les indicateurs recueillis par MAELI, nous cherchons à analyser les dimensions suivantes :

- **L'impact de l'outil sur l'éco-responsabilité des idées développées**

Pour analyser cette dimension, nous nous appuyons sur deux éléments : le niveau d'éco-responsabilité des idées générées tout au long du processus de conception et la prise en compte des aspects environnementaux par le groupe (AFNOR 2018). Ces deux éléments correspondent aux indicateurs « Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement » et « Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation » de MAELI.

- **L'impact de l'outil sur la créativité**

Pour analyser la créativité des participants, nous nous appuyons sur deux des métriques définies par la littérature (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003) : la quantité d'idées et leur variété, mais également en analysant la dynamique des groupes pendant les séances à l'aide des métriques MAELI développées dans notre chapitre 3 (L. Coustillac et al. 2022).

Nous chercherons donc à répondre aux hypothèses suivantes :

- H1 : L'Eco-Booster permet de développer des **idées plus respectueuses de l'environnement**
- H2 : L'Eco-Booster favorise **la prise en compte des aspects environnementaux** dans le développement des idées
- H3 : L'Eco-Booster **stimule la créativité** des participants / participantes
- H4 : L'Eco-Booster **stimule la dynamique du groupe** pendant la séance

Pour y parvenir, nous utilisons MAELI pour analyser les séances de co-créativité. Le Tableau 29 reprend l'ensemble des indicateurs de notre méthodologie en précisant la nature des variables. De plus, nous indiquons si l'indicateur est contrôlé pour garantir la robustesse de l'étude, analysé ou non analysé pendant les expérimentations.

Indicateurs de MAELI		Nature des variables
Etape de préparation		
Informations spécifiques à la session	Historique du projet	Non analysée
	Profil de la session	Contrôlée
	Nombre de réunions de préparation	Non analysée
	Langue dans laquelle la session est donnée	Non analysée
Problématique et objectifs	Problématique définie par le leader technique	Non analysée
	Problématique identifiée comme orientée éco-conception	Contrôlée
	Objectifs à atteindre	Non analysée
	Objectifs identifiés comme orientés éco-conception	Contrôlée
	Mots clés	Non analysée
	Mots clés identifiés comme appartenant à la sémantique de l'éco-responsabilité	Non analysée
Typologie de l'innovation	Nature de l'innovation	Contrôlée
	Degré de l'innovation	Non analysée
	Levier de l'innovation	Contrôlée
Méthodes et outils	Nombre d'outils techniques	Non analysée
	Nombre d'outils créatifs	Non analysée
	Nouvel outil hors portefeuille	Contrôlée
	Nombre d'activités prévues	Non analysée
Temps de préparation	Temps du facilitateur	Non analysée
	Temps des experts créa (design)	Non analysée
	Temps des experts créa (prototypage)	Non analysée
Etape d'idéation		
Planning et organisation	Format de la session (présentiel, hybride, distanciel)	Non analysée
	Nombre d'acteurs	Non analysée
	Durée de la session	Non analysée
	Nombre réel d'activités menées	Non analysée
Dynamique de groupe	Nombre de participants en retard	Contrôlée
	Nombre de participants pas concentrés à 100%	Analysée
	Nombre de participants qui interviennent	Non analysée
	Nombre de participants qui consultent les idées générées en cours de sessions	Non analysée
Facilitation	Gestion d'un imprévu	Contrôlée
	Nombre de relances	Analysée
	Nombre de modifications du planning initial	Non analysée
	Nombre de points avec le leader technique	Non analysée
	Leader technique qui prend le rôle du facilitateur	Contrôlée
Méthodes, outils et ressources	Présence des experts créativité	Analysée
	Sollicitation des experts créativité par les participants	Analysée
	Nombre de participants consultant les outils créatifs	Analysée
	Nombre de participants consultant les outils techniques	Analysée
	Nombre de participants manipulant les outils	Analysée
	Nombre d'outils d'éco-créativité	Contrôlée

Phase d'implémentation		
Résultats à court terme	Nombre de créations faites dans la session (<i>mind map, plan, user journey map, ...</i>)	Non analysée
	Nombre d'idées générées dans la phase de conceptualisation	Analysée
	Nombre de catégories d'idées générées au cours de la phase de conceptualisation	Analysée
	Nombre d'idées développées dans la phase de matérialisation	Analysée
	Nombre d'idées développées nouvelles	Non analysée
	Nombre d'idées développées de qualité	Non analysée
	Nombre d'idées évaluées dans la phase d'évaluation	Non analysée
	Nombre d'idées potentiellement brevetables	Non analysée
	Réalisation de maquette	Non analysée
	Nombre d'autres supports pour les traces	Non analysée
	Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement	Analysée
	Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation	Analysée
Temps consacré par l'équipe du laboratoire	Temps de rédaction du rapport	Non analysée
	Temps consacré à l'illustration des idées développées	Non analysée
	Temps consacré à la réalisation de maquettes	Non analysée
Résultats à long terme	Nombre d'idées transmises au service des brevets	Non analysée
	Nombre d'idées réellement brevetées	Non analysée
	Nombre d'expérimentations lancées	Non analysée

Tableau 29 : Variables étudiées dans l'expérimentation en contexte industriel

Tout d'abord, pour que l'utilisation de l'Eco-Booster soit optimale, les indicateurs suivants doivent être contrôlés :

- **Le profil de la session.** Les sessions doivent être de matérialisation, de conceptualisation ou d'évaluation. L'objectif de l'outil étant de permettre aux participants de générer des idées éco-responsables, il est nécessaire d'avoir des sessions où au moins l'étape de conceptualisation est assurée.
- **Problématique identifiée comme orientée éco-conception.** Il arrive que, même si la notion d'éco-responsabilité n'est pas apportée par le porteur de projet de manière consciente, la problématique soit identifiée comme telle par des experts en éco-conception. Dans ce cas, les sessions ne sont pas analysées. Afin de mesurer l'apport de l'Eco-Booster en éco-créativité et notamment sur la dimension en éco-conception, les problématiques doivent être neutres à ce sujet.
- **Objectifs identifiés comme orientés éco-conception.** De même que pour la problématique, les objectifs de la session peuvent être identifiés comme éco-responsables par des experts du domaine, bien qu'ils ne le soient pas par le leader technique. Si tel est le cas, nous n'analysons pas les sessions afin d'éviter un biais dans notre recherche.
- **Nature de l'innovation.** Afin que les sessions soient comparables, nous souhaitons analyser des sessions où l'innovation étudiée est de même nature. Depuis le début de notre recherche, nous nous concentrons sur la conception de produit. Les sessions étudiées doivent donc être en lien avec une innovation de produit.
- **Levier de l'innovation.** Si l'on souhaite analyser uniquement l'impact de l'outil, il est nécessaire que la notion d'éco-responsabilité ne soit pas le moteur d'amélioration de l'innovation étudiée.
- **Nouvel outil de co-créativité hors portefeuille.** La nouveauté des outils de co-créativité peut être divisée en deux niveaux :
 - Une nouveauté radicale : l'outil est totalement nouveau comme l'Eco-Booster,
 - Une nouveauté incrémentale : l'outil est déjà connu des participants mais une amélioration a eu lieu, Comme par exemple, la proposition d'une nouvelle planche d'inspiration. L'Eco-Booster est un outil totalement nouveau pour les participants. Pour analyser son impact, il est nécessaire que ce soit le seul nouvel outil utilisé. Des outils avec une nouveauté de niveau incrémental sont acceptés.

- **Gestion d'un imprévu.** Les imprévus peuvent changer toute la physionomie et les objectifs initiaux de la séance. Dans le cas d'imprévus avec des modifications majeures sur le déroulé prévu de la session, les résultats des indicateurs ne sont pas analysés.
- **Nombre de participants en retard.** Cet indicateur permet d'évaluer la motivation initiale du groupe de participants. Nous avons choisi de ne pas évaluer les sessions avec un taux trop important de participants en retard. Cela permet d'être sûr de ne pas analyser des sessions avec des participants réfractaires.
- **Leader technique qui prend le rôle du facilitateur.** Le leader technique ne doit pas animer la session afin d'avoir une méthode de facilitation similaire sur toutes les expérimentations. Les sessions sont donc toujours animées par le facilitateur du laboratoire d'innovation et nous intervenons au moment de l'Eco-Booster pour le faciliter.
- **Nombre d'outils d'éco-créativité.** Afin d'analyser l'impact de l'Eco-Booster, il doit être le seul outil d'éco-créativité à être implémenté.

Les variables analysées, quant à elles, vont nous permettre de vérifier les hypothèses posées. Comme l'indique le Tableau 30, plusieurs variables vont permettre de vérifier la même hypothèse.

Variables analysées		Hypothèse vérifiée par la variable analysée
Etape d'idéation		
Dynamique de groupe	Nombre de participants en retard	H4
	Nombre de participants pas concentrés à 100%	H4
Facilitation	Nombre de relance	H4
Méthodes, outils et ressources	Présence des experts créativité	H4
	Sollicitation des experts créativité par les participants	H4
	Nombre de participants consultant les outils créatifs	H4
	Nombre de participants consultant les outils techniques	H4
	Nombre de participants manipulant les outils	
Phase d'implémentation		
Résultats à court terme	Nombre d'idées générées dans la phase de conceptualisation	H3
	Nombre de catégories d'idées générées au cours de la phase de conceptualisation	H3
	Nombre d'idées développées dans la phase de matérialisation	H3
	Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement	H1
	Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation	H2

Tableau 30 : Variables analysées dans l'expérimentation en contexte industriel

Les dernières variables sont celles que nous ne pouvons pas contrôler, dû aux contraintes de notre contexte industriel, ou qui ne sont pas analysées par faute de moyen. En effet, au vu des variables que nous souhaitons contrôler pour analyser l'Eco-Booster, peu de sessions organisées par le laboratoire d'innovation pouvaient être analysées. Nous n'avons donc pas cherché à contrôler des variables qui ne semblaient pas pertinentes pour notre analyse telles que l'historique du projet, le nombre de réunions de préparation, la langue dans laquelle la session se déroule, le degré de l'innovation étudiée, les outils mis en place, le déroulé prévu ou encore les temps de préparation.

Pour l'étape d'idéation, nous avons choisi de ne pas analyser le format de la session, le nombre de participants, le déroulé réel et les modifications dans celui-ci. Nous nous sommes également rendu compte de la difficulté de relever certains indicateurs comme le nombre de participants qui interviennent ou qui consultent le mur d'idées. En effet, dans le premier cas, la participation des participants n'est pas forcément synonyme de leur motivation ou de leur implication. Des participants peuvent ne pas intervenir en phase de présentation mais générer de nombreuses idées. De plus, il est quasiment impossible de relever de manière exhaustive le taux d'intervention des participants de la session sans la mise en place de moyen de visionnage. La mise en place d'une telle installation étant complexe, nous

avons décidé de ne pas analyser cet indicateur. C'est également le cas de l'analyse de la consultation du mur d'idées par les participants. Le mur d'idées n'étant pas toujours mis en place, nous avons préféré ne pas le considérer. Pour la dernière phase de notre processus, celle d'implémentation, nous avons considéré uniquement les résultats à court terme. Les résultats à long terme sont difficiles à analyser sur la durée de la thèse de doctorat. Ainsi, dans notre méthodologie, nous ne considérons que ceux que nous pouvons quantifier et qui intéressent l'entreprise : le nombre de brevets, le nombre d'expérimentations, etc. Dans les idées à court terme, des indicateurs n'ont pas été analysés car considérés comme non pertinents pour notre analyse. En effet, l'indicateur qui permet de relever le nombre de productions faites dans la session a été mis en place pour l'analyse de sessions non orientées produit par exemple. Nous n'avons également pas pu analyser la qualité et la nouveauté des idées. En effet, ces critères sont difficilement quantifiables en sortie de session et nécessitent une expertise des projets d'un point de vue technique et historique. Il peut également être nécessaire de faire appel à un expert des brevets, ce qui rend la méthodologie énergivore à remplir. Pour finir, toutes les sessions n'ayant pas de phase d'évaluation, nous n'avons pas analysé cet indicateur ainsi que le nombre d'idées potentiellement brevetables.

5.1.2. PROTOCOLE DE L'ÉTUDE

5.1.2.1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Pour réaliser cette étude, nous avons intégré notre Eco-Booster aux pratiques du *Clean Mobility LAB*. Le contexte industriel nous a permis d'analyser des sessions de co-créativité avec des thématiques différentes et des participants variés.

Cible étudiée

Les sessions ont en moyenne une dizaine de participants (Tableau 31). Mais leur nombre peut varier entre cinq et vingt. Les participants sont des personnes spécialistes de l'automobile, pour la plupart ingénieurs ou techniciens, avec des expertises liées à la problématique ou à l'inverse naïf du sujet, ce qui permet d'apporter un regard neuf. Notre analyse des pratiques nous a permis de montrer que parmi participants aux sessions, peu de personnes étaient sensibilisées à l'éco-innovation.

SESSIONS SANS ECO-BOOSTER		SESSIONS SANS ECO-BOOSTER	
Nombre de participants à la session	Nombre de membre du laboratoire d'innovation	Nombre de participants à la session	Nombre de membre du laboratoire d'innovation
Session n°1		Session n°1	
17	6	6	5
Session n°2		Session n°2	
10	7	8	7
Session n°3		Session n°3	
10	5	7	5
Session n°4		Session n°4	
9	5	12	2
Session n°5		Session n°5	
9	5	9	5
Session n°6			
11	7		
Session n°7			
8	6		

Tableau 31 : Répartition des participants aux sessions de co-créativité étudiées

Déroulé des sessions

Comme nous avons pu le montrer à la suite de notre analyse des pratiques, les sessions se déroulent en suivant le schéma de la Figure 46 :

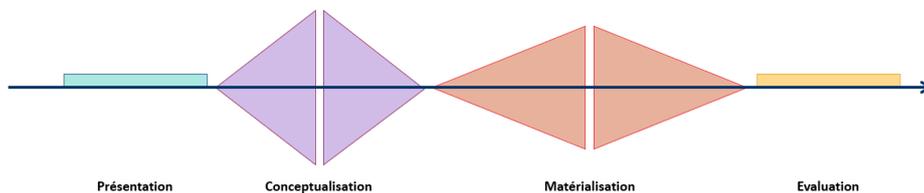


Figure 46 : Déroulé général des sessions de co-créativité au *Clean Mobility LAB*

Dans notre expérimentation, nous nous intéresserons aux étapes de conceptualisation et de matérialisation que nous retrouverons à chacune des sessions étudiées. Pour vérifier nos hypothèses, nous intégrerons donc notre Eco-Booster dans la phase de conceptualisation des sessions de co-créativité comme représenté sur la Figure 47. Nous utilisons le protocole que nous avons défini en partie 4.6.

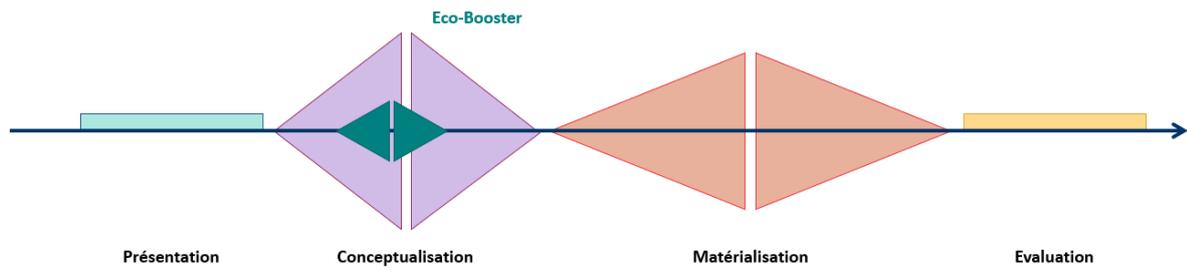


Figure 47 : Déroulé général des sessions de co-créativité avec Eco-Booster

5.1.2.2. ORGANISATION DE L'EXPERIMENTATION

Dans le cadre de notre contexte industriel, et au regard des variables contrôlées, nous avons pu étudier 7 sessions sans éco-booster et 5 sessions avec. Les détails des sessions étudiées sont présentés dans le Tableau 32 :

	SESSION SANS ECO-BOOSTER	SESSION AVEC ECO-BOOSTER
Nombre total de sessions	7	5
Levier de l'innovation concernée	2 d'usage 5 de technologie	4 de technologie 1 de prix
Profil des sessions	5 de conceptualisation 2 de matérialisation	3 de conceptualisation 2 de évaluations
Langue utilisée	Français	Français
Format des sessions	2 en hybrides 5 en présentiels	5 en présentiels

Tableau 32 : Récapitulatif des sessions étudiées dans l'expérimentation en contexte industriel

L'étude des résultats issus de ces sessions nous permettra de vérifier nos quatre hypothèses.

5.1.2.3. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES INDICATEURS

Pour chacune des hypothèses formulées, nous avons analysé les résultats avec des méthodologies différentes en fonction des indicateurs relevés.

Evaluation de l'éco-responsabilité

Tout d'abord pour évaluer l'impact de l'Eco-Booster sur l'éco-responsabilité, nous nous sommes intéressés à l'évaluation des idées développées pendant la session de co-créativité. Pour cela, à la fin de chacune des sessions, nous organisons un entretien semi-directif avec le leader technique de la session pour lui demander d'évaluer les idées. Le leader technique pouvait évaluer les idées selon trois niveaux :

- L'idée est considérée comme respectueuse de l'environnement,
- L'idée n'a pas d'impact sur l'environnement, elle est considérée comme neutre,
- L'idée est considérée comme non respectueuse de l'environnement.

Au cours de l'entretien, le leader technique a également pu argumenter son évaluation, ce qui nous a permis de relever les verbatims utilisés.

En parallèle, sur les traces générées pendant la session, deux experts en éco-conception ont relevé les verbatims éco-responsables afin de savoir si l'idée développée était considérée comme éco-responsable, neutre ou non éco-responsable. Nous avons compté les verbatims relevés. Trois catégories de verbatims ont été retenues :

- Les verbatims positifs qui révèlent un caractère éco-responsable de l'idée développée,
- Les verbatims négatifs qui révèlent un caractère non éco-responsable de l'idée développée,
- Les verbatims neutres. Ces verbatims semblent montrer un impact environnemental mais ne permettent pas de se positionner sur le niveau d'éco-responsabilité.

Si le nombre de verbatims positifs relevés par les experts sur une idée est supérieur à celui des verbatims négatifs, l'idée est alors considérée comme respectueuse de l'environnement. A l'inverse, si le nombre de verbatims négatifs relevés par les experts sur une idée est supérieur à celui des verbatims positifs, alors l'idée est considérée comme non respectueuse de l'environnement. Si le nombre de verbatims positifs et négatifs relevés sur une idée est égal, l'idée est classée comme neutre.

Ces deux éléments nous ont permis de donner une note générale et une note détaillée à chacune des idées développées.

Pour la note générale, nous avons attribué des points pour l'évaluation globale faite par le leader technique et les experts en éco-conception. Le codage des idées est répertorié dans le Tableau 33.

+1 point	Quand l'évaluation est positive : l'idée est considérée comme éco-responsable
0 point	Quand l'évaluation est neutre : l'idée n'a pas d'impact environnemental identifié
-1 point	Quand l'évaluation est négative : l'idée est considérée comme non éco-responsable

Tableau 33 : Points accordés aux idées selon leurs évaluations éco-responsables

La somme des évaluations permet de donner une note globale à l'idée. Afin que l'évaluation réalisée par le leader technique ait le même poids que celle des experts techniques, nous la multiplions par deux. De cette manière, l'idée obtient une note générale. Si celle-ci est :

- Supérieure à zéro, l'idée est considérée comme éco-responsable,
- Egale à zéro, l'idée n'a pas d'impact,
- Inférieure à zéro, l'idée est considérée comme non éco-responsable.

Pour la note détaillée, nous nous intéressons aux verbatims relevés. Pour cela, nous calculons le taux des verbatims positifs sur les verbatims totaux d'une idée. Comme pour la note générale, nous comptons deux fois les verbatims du leader technique afin que son évaluation soit équilibrée avec celles des experts en éco-conception.

De cette manière, quand le taux de verbatims positifs est :

- Supérieur à 50%, l'idée est considérée comme éco-responsable,
- Egal à 50%, l'idée n'a pas d'impact,
- Inférieur à 50%, l'idée est considérée comme non éco-responsable.

Evaluation de la dynamique de groupe

Afin d'analyser la dynamique du groupe, nous nous sommes focalisés sur deux critères : la motivation du groupe et l'utilisation des outils par les participants. Pour ces deux critères, nous avons retenus des indicateurs différents :

- Le taux de participants utilisant les outils de créativité passifs
- Le taux de participants utilisant les outils techniques
- Le taux de participants manipulant les outils
- Le taux de participants arrivant en retard
- Le taux de participants n'étant pas à 100% concentrés sur l'activité, soit qui mènent une activité en parallèle, ou interrompent sa participation
- Le taux de sessions où les experts en créativité (design et prototypage rapide) sont sollicités
- Le taux de sessions où le facilitateur doit relancer les participants.

Tous ces indicateurs sont relevés par une personne remplissant la grille d'observation des sessions proposée dans MAELI. En les comparant, nous pourrions comparer la dynamique des groupes avec et sans l'Eco-Booster.

5.1.2.4. *MATERIEL MIS EN PLACE*

Pour recueillir ces indicateurs, nous avons mis en place MAELI, notamment la grille d'observation (Figure 32), le bilan de la session (présenté en partie 3.2.2.3) et l'entretien (Tableau 13). Les différents supports de la méthodologie utilisés sont présentés dans le Tableau 34.

Variables étudiées	Matériel de recueil
Nombre de participants en retard	Grille d'observation (Figure 32)
Nombre de participants pas concentrés à 100%	
Nombre de relances	
Sollicitation des experts créativité par les participants	
Nombre de participants consultant les outils créatifs	
Nombre de participants consultant les outils techniques	
Nombre de participants manipulant les outils	
Nombre d'idées générées dans la phase de conceptualisation	Bilan de la session (Partie 3.2.2.3)
Nombre de catégories d'idées générées au cours de la phase de conceptualisation	
Nombre d'idées développées dans la phase de matérialisation	
Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement	Entretien semi directif Bilan de la session (Tableau 34 et Partie 3.2.2.3)
Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation	

Tableau 34 : Matériel mis en place afin de recueillir les variables étudiées dans l'expérimentation en contexte industriel

5.1.2.5. SYNTHÈSE DU PROTOCOLE

Le protocole de l'expérimentation réalisée peut être résumé par le Tableau 35.

Sans Eco-Booster	Avec Eco-Booster
Participants	
Une dizaine de participants, experts ou novices au sujet de la problématique concernée. Un leader technique (expert du sujet) qui prépare la session avec le facilitateur. Des experts en créativité présents si les objectifs de celle-ci le nécessitent.	
Problématique des sessions	
Orientée produit, sans visée environnementale explicite.	
Profil des sessions	
Conceptualisation, matérialisation ou évaluation.	
Déroulé des sessions	
Déroulement standard de leur profil (comme présenté en partie 3.3.1) avec au minimum une étape de présentation, de conceptualisation et de matérialisation.	Déroulement standard avec au minimum une étape de présentation, de conceptualisation et de matérialisation. Au cours de l'étape de conceptualisation, ajout de l'Eco-Booster.
Matériel pour la phase de génération d'idées	
Matériel de créativité du laboratoire d'innovation (post-it, feutres, crayons, feuille, pâte à modeler, etc.) Méthodes et outils de créativité développés en accord avec la problématique soulevée	Matériel de créativité du laboratoire d'innovation (post-it, feutres, crayons, feuille, pâte à modeler, etc.) Méthodes et outils de créativité développés en accord avec la problématique soulevée Eco-Booster
Matériel pour le recueil des données	
MAELI	

Tableau 35 : Synthèse du protocole de l'expérimentation réalisée en contexte industriel

5.1.3. RESULTATS

Dans cette section, nous reprendrons pour chaque hypothèse les résultats permettant de les valider. Les résultats présentés sont des résultats descriptifs. Des statistiques poussées n'ont pas pu être réalisées du fait du faible échantillon d'expérimentations.

5.1.3.1. **H1 : L'ECO-BOOSTER PERMET DE DEVELOPPER DES IDEES PLUS RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT**

L'analyse des évaluations données par le leader technique et les experts en éco-conception nous permettent d'obtenir les résultats fournis dans le Tableau 36.

	NOTE DE L'EVALUATION GENERALE		NOTE DETAILLEE SELON LES VERBATIMS	
	Sans EB	Avec EB	Sans EB	Avec EB
% d'idées positive	56%	44%	53%	56%
% d'idées neutres	5%	15%	4%	0%
% d'idées négatives	39%	41%	43%	44%

Tableau 36 : Evaluation éco-responsable des idées développées en sessions de co-créativité

La note générale des idées met en évidence que les sessions où l'Eco-Booster a été utilisé comportent moins d'idées évaluées comme éco-responsables (56% d'idées respectueuses de l'environnement contre 44% sans utilisation de l'Eco-Booster). Le pourcentage d'idées qui ne sont pas considérées comme respectueuses de l'environnement sont significativement les mêmes (39% sans Eco-Booster et 41% quand l'Eco-Booster est utilisé). Nous observons également une augmentation du nombre d'idées considérées comme neutres. Pour ces idées, il est difficile de se positionner pour les personnes qui évaluent, les éléments ne permettent pas de savoir si l'idée est réellement respectueuse de l'environnement ou non.

Ces observations montrent une tendance à la neutralité avec l'utilisation de l'Eco-Booster. L'utilisation de l'outil pourrait permettre de débattre davantage sur la dimension éco-responsable d'une idée et sur l'évaluation de celle-ci.

Cependant, l'étude de la note détaillée, qui intègre les verbatims, met en évidence que les résultats entre les sessions avec Eco-Booster et sans Eco-Booster sont sensiblement les mêmes. Le taux d'idées considérées comme respectueuses de l'environnement et celui d'idées considérées comme non respectueuses sont très proches. Le taux évolue de 53% sans l'utilisation de l'Eco-Booster à 56% avec l'Eco-Booster dans le cas des idées respectueuses. Pour les idées évaluées comme non respectueuses de l'environnement, nous observons un taux de 43% sans Eco-Booster contre un taux de 44% avec l'Eco-Booster.

Mais nous pouvons observer qu'avec l'utilisation de l'Eco-Booster, le pourcentage d'idées neutres est nul. Quand nous nous intéressons aux verbatims apportés par le leader technique et les experts techniques, nous pouvons observer une évaluation tranchée. Les arguments permettent de pencher en faveur d'une évaluation positive ou négative, bien que la note générale nous montre qu'il y a plus de débats lors de l'utilisation de l'Eco-Booster.

Les résultats de notre expérimentation ne peuvent pas nous permettre de vérifier l'hypothèse énoncée. Cependant, deux éléments intéressants sont observables :

- Dans le cas de la note de l'évaluation générale, le pourcentage d'idées neutres est plus élevé lors de l'utilisation de l'Eco-Booster ce qui laisse à penser qu'il y a des questionnements plus importants de la part des personnes qui évaluent,
- A l'inverse, dans le cas de la note détaillée selon les verbatims, les idées neutres sont absentes avec l'Eco-Booster. Ainsi, il semblerait que l'outil favorise le positionnement du niveau d'éco-responsabilité de l'idée.

Ces observations vont pouvoir être complétées par l'analyse des résultats obtenus pour vérifier la deuxième hypothèse.

5.1.3.2. H2 : L'ECO-BOOSTER FAVORISE LA PRISE EN COMPTE DES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DANS LE DEVELOPPEMENT DES IDEES

Dans cette deuxième hypothèse, nous nous intéressons aux traces laissées pendant la session et notamment aux verbatims permettant l'évaluation des idées développées.

Tout d'abord, nous remarquons que la moyenne du nombre de verbatims relevés par idée est légèrement supérieure lors de l'utilisation de l'Eco-Booster comme le montre la Figure 48. Les idées contiennent en moyenne 2,1 verbatims quand l'Eco-Booster n'est pas utilisé, contre 2,3 en moyenne avec son utilisation.

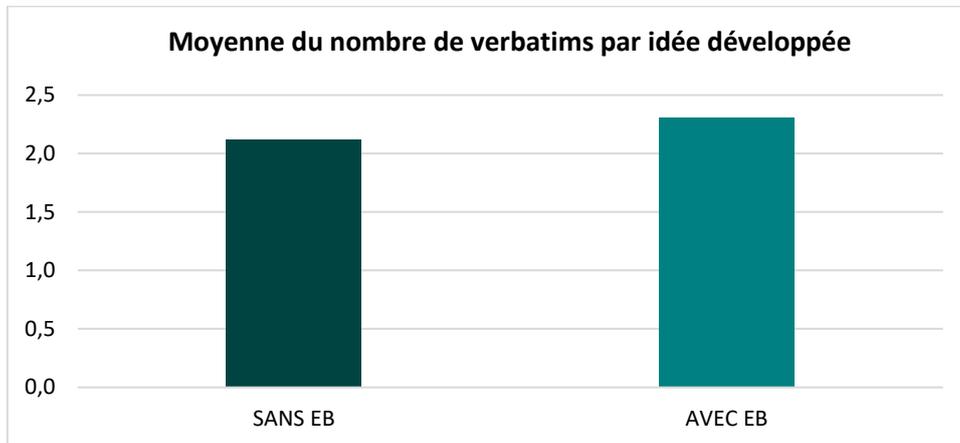


Figure 48 : Moyenne du nombre de verbatims relevés par idée développée

En revanche, si l'on se concentre sur les verbatims relevés au cours de l'entretien semi-directif réalisé avec le leader technique en fin de session, nous remarquons que leur moyenne double lorsque l'Eco-Booster est utilisé, comme illustré en Figure 49. Sans Eco-Booster, les leaders techniques emploient en moyenne 1,1 verbatims liés au domaine de l'éco-conception dans leur entretien de fin de session. Lors de l'utilisation de l'Eco-Booster en session, nous pouvons remarquer que ce nombre est multiplié par deux et passe à 2 verbatims en moyenne.

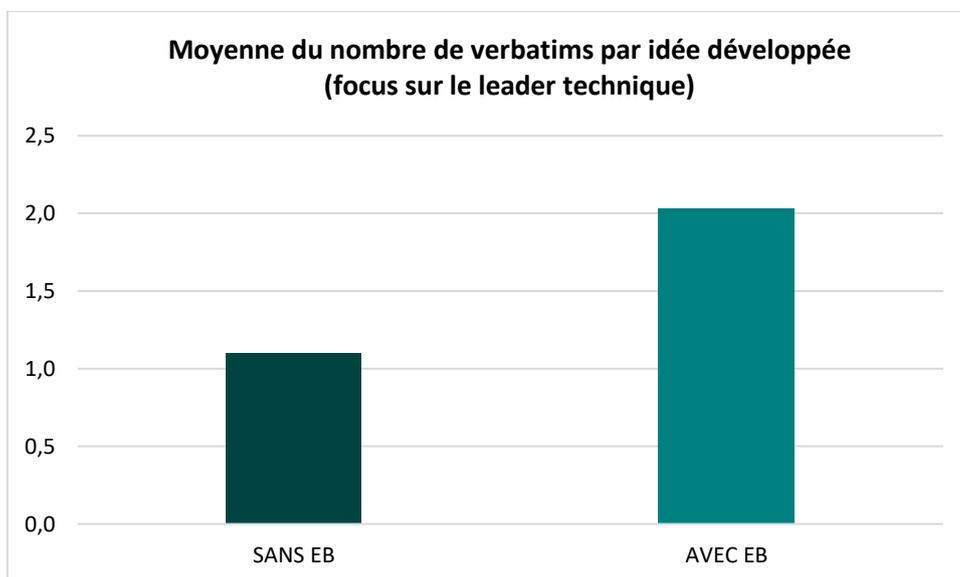


Figure 49 : Moyenne du nombre de verbatims relevés par idée développée du point de vue du leader technique

Ces deux observations nous montrent que la prise en compte des aspects environnementaux des idées est légèrement favorisée avec l'Eco-Booster. Cependant, quand nous nous focalisons sur le point de vue du leader technique, nous remarquons que celui-ci utilise nettement plus de verbatims orientés éco-conception lors de son évaluation de l'idée. La moyenne du nombre de verbatims utilisés double au cours de son entretien lorsque l'Eco-Booster est utilisé dans la session.

Afin d'approfondir cette observation, nous nous intéressons maintenant à la répartition des verbatims relevés. Les verbatims relevés se divisent en trois catégories :

- Les verbatims positifs qui révèlent un caractère éco-responsable de l'idée développée,
- Les verbatims négatifs qui révèlent un caractère non éco-responsable de l'idée développée,
- Les verbatims neutres, ces verbatims révèlent un impact sur la responsabilité environnementale de l'idée mais ne permettent pas d'être positionnés dans le positif ou le négatif.

En s'intéressant à cette répartition, nous obtenons les résultats de la Figure 50 :

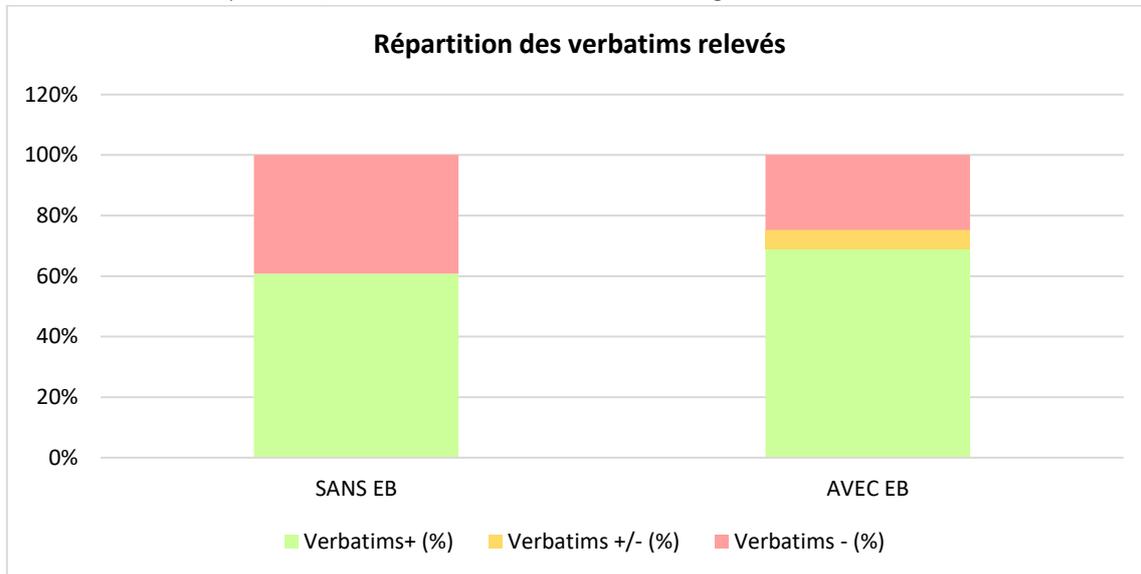


Figure 50 : Répartition des verbatims relevés sur les idées développées

Ces résultats mettent en avant une augmentation du taux de verbatims positifs utilisés dans le développement des idées avec l'Eco-Booster. Quand l'Eco-Booster n'est pas utilisé dans la session, 61% des verbatims relevés sont positifs. Quand nous utilisons l'outil d'éco-créativité, ce taux passe à 69%. Pour les verbatims négatifs, c'est la tendance inverse que nous observons. Le taux de verbatims négatifs passe de 39% quand il n'y a pas l'Eco-Booster dans la session à 25% quand l'outil est utilisé.

L'autre tendance mise en avant par ces résultats est l'apparition des verbatims neutres quand l'Eco-Booster est utilisé. En effet, nous pouvons observer qu'aucun verbatim neutre n'est relevé dans les idées développées quand il n'y a pas d'Eco-Booster dans la session. En revanche nous remarquons 6% de verbatims neutres avec l'Eco-Booster. Cela vient appuyer les résultats que nous avons présentés pour la première hypothèse : l'apparition de questionnements plus importants de la part des personnes qui évaluent lorsque l'outil est utilisé.

5.1.3.3. H3 : L'ECO-BOOSTER STIMULE LA CREATIVITE DES PARTICIPANTS / PARTICIPANTES

Pour vérifier cette troisième hypothèse, nous nous focalisons tout d'abord sur la phase de conceptualisation de la session et notamment le nombre et la variété des idées. Au cours de cette phase de la session, nous obtenons les résultats fournis en Figure 51.

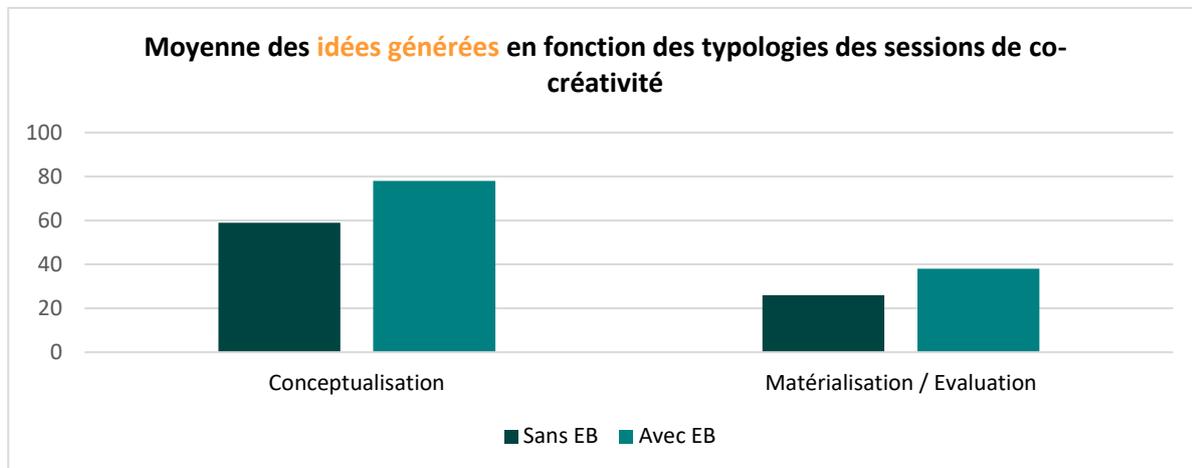


Figure 51 : Moyenne des idées générées en fonction des typologies des sessions de co-créativité

Dans ces résultats, nous avons regroupé les typologies de sessions en deux familles :

- Les sessions de conceptualisation où le but est d'obtenir à la fin un maximum d'idées,
- Les sessions de matérialisation et évaluation. Ces profils de session obtiennent des idées développées peu nombreuses mais détaillées.

Nous observons que, pour les deux familles de session de co-créativité, l'utilisation de l'Eco-Booster permet d'augmenter le nombre d'idées générées. Dans le cas des sessions de typologie conceptualisation, nous observons une moyenne de 59 idées générées par session quand il n'y a pas d'Eco-Booster contre 70 idées en moyenne quand l'outil est utilisé. Pour les sessions de typologie matérialisation et évaluation, la même tendance est observée. Quand l'Eco-Booster n'est pas utilisé, 26 idées sont générées en moyenne. Quand l'Eco-Booster est intégré, la moyenne des idées générées passe à 38 par session.

Ces idées générées sont regroupées par le leader technique en différentes catégories. Le nombre de catégories permet de mesurer la variété des idées. Sur le même modèle, la Figure 52 illustre les résultats obtenus.

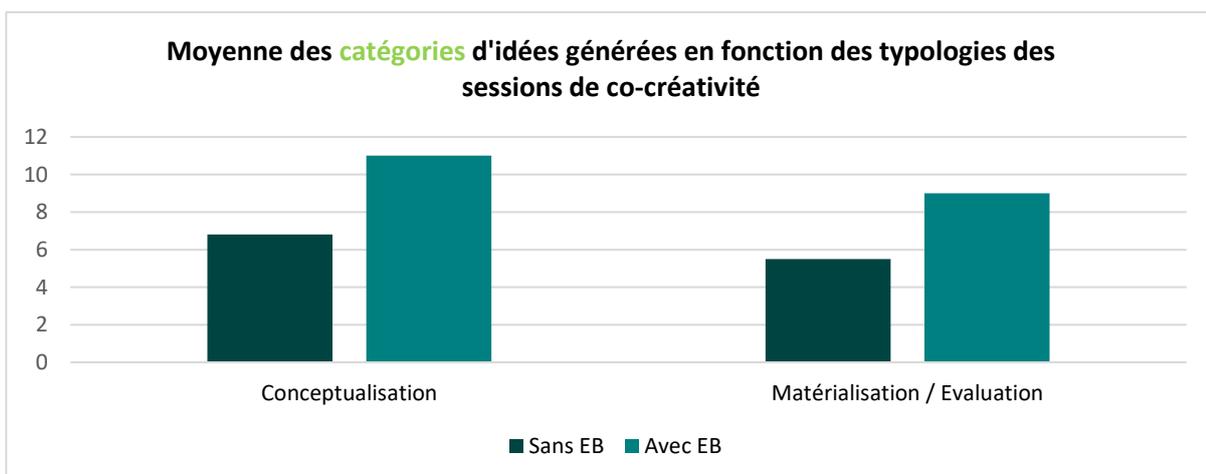


Figure 52 : Moyenne des catégories d'idées générées en fonction des typologies des sessions de co-créativité

Nous pouvons remarquer que, peu importe la typologie de la session, l'Eco-Booster favorise la génération d'idées variées. Quand l'Eco-Booster n'est pas utilisé dans les sessions, nous observons une moyenne de 6,8 catégories d'idées dans les sessions de typologie conceptualisation et de 5,5 catégories en moyenne pour les sessions de typologies

matérialisation et évaluation. Quand l'Eco-Booster est implémenté, une augmentation de nombre de catégories est observée. Dans les sessions de typologie de conceptualisation, le nombre de catégories passe à 11 en moyenne. Et dans les sessions de typologie matérialisation et évaluation, la moyenne de catégories générées passe à 9.

Dans les sessions de co-créativité, l'étape suivante est celle de la matérialisation, où les idées générées sont développées et affinées. Pour cette étape, nous obtenons les résultats présentés en Figure 53.

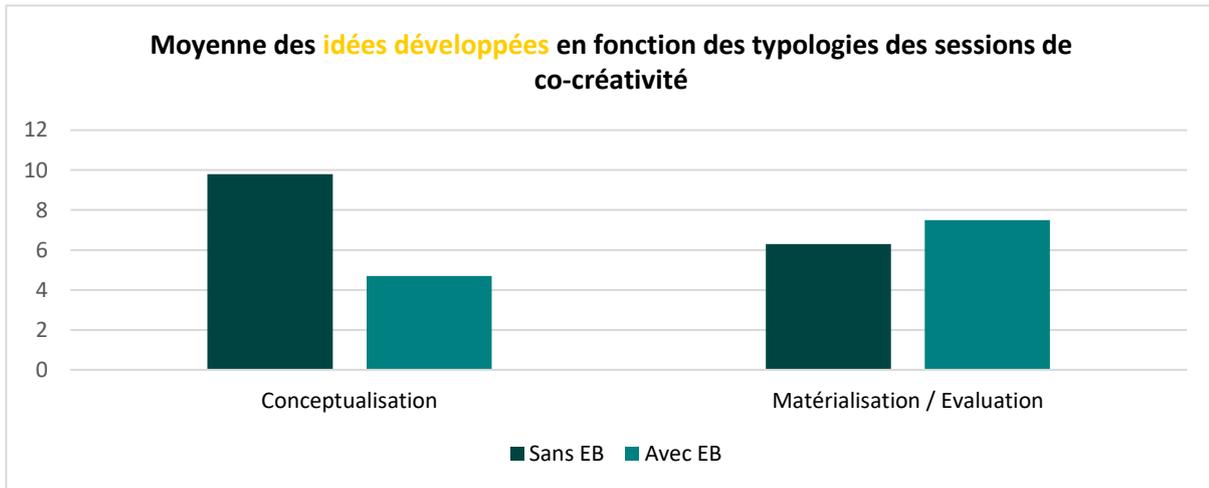


Figure 53 : Moyenne des idées développées en fonction des typologies des sessions de co-créativité

Nous remarquons que dans le cas des sessions de conceptualisation, l'Eco-Booster réduit considérablement le nombre d'idées développées. La moyenne des idées développées par session passe de 9,8 idées dans les sessions sans Eco-Booster à 4,7 idées dans les sessions avec. Ce résultat va dans le sens des tendances observées précédemment. Les participants se questionnent plus sur l'impact environnemental des idées qu'ils développent. Cela peut amener à une diminution du nombre d'idées développées.

En revanche, dans le cas des sessions de typologie matérialisation et évaluation, nous remarquons une légère hausse de la moyenne des idées développées dans les sessions avec l'Eco-Booster. Sans l'Eco-Booster, les participants développent en moyenne 6,3 idées par session contre 7,5 idées avec l'Eco-Booster. Dans ces sessions, l'objectif étant de développer un nombre limité d'idées, un tri est déjà réalisé par les participants même sans l'Eco-Booster. Cela peut expliquer la différence de résultat avec les sessions de conceptualisation.

A travers ces résultats, nous pouvons vérifier notre troisième hypothèse : l'Eco-Booster stimule la créativité des participants. En effet, nous avons pu mettre en avant que l'Eco-Booster favorise la génération de nombreuses idées, peu importe la typologie des sessions. Par ailleurs, la variété des idées générées s'accroît quand l'Eco-Booster est implémenté dans les sessions. Pour les idées développées, l'Eco-Booster a tendance à augmenter leur moyenne dans les sessions de matérialisation ou évaluation. Mais leur nombre diminue dans le cas des sessions de conceptualisation. Nous pouvons penser que cela est dû aux questionnements qui semblent augmenter chez les participants autour de l'impact environnemental de l'idée développée et donc à réduire le nombre d'idées développées.

5.1.3.4. H4 : L'ECO-BOOSTER STIMULE LA DYNAMIQUE DU GROUPE PENDANT LA SEANCE

Pour la dernière hypothèse, nous nous intéressons à la dynamique du groupe pendant la session de co-créativité. Pour cela, nous étudions deux aspects : l'utilisation des outils par les participants et leur motivation.

Nous nous focalisons tout d'abord sur les résultats présentés dans le Tableau 37 analysant l'utilisation des outils par les participants.

	Analyse de l'utilisation des outils			
	Consulte les outils de créativité	Consulte les outils techniques	Manipule les outils	Sollicitation de l'équipe d'experts en créativité
Sans EB	61%	43%	41%	86%
Avec EB	73%	54%	44%	50%

Tableau 37 : Résultats sur l'utilisation des outils en session de co-créativité

Comme nous avons pu le voir dans notre analyse des pratiques, les laboratoires utilisent différents outils : les outils de créativité, développés par l'équipe du laboratoire, et les outils techniques, développés par le leader technique ou le porteur de projet. Ces outils peuvent être utilisés de deux manières : en mode passif, ils ne nécessitent pas d'animation et les participants les consultent comme ils le souhaitent, ou en mode actif, les outils nécessitent une animation lors de leur utilisation. Ici, nous nous intéressons uniquement aux outils passifs.

Les résultats obtenus nous montrent que dans les sessions où l'Eco-Booster est utilisé, les participants ont tendance à plus consulter les outils de créativité et les outils techniques, mais également à plus manipuler les outils. En effet, dans ces sessions, 73% des participants consultent les outils de créativité, 54% les outils techniques et 44% manipulent les outils. Quand l'Eco-Booster n'est pas utilisé, ces pourcentages ont tendance à diminuer : 61% des participants consultent les outils de créativité, 43% les outils techniques et 41% manipulent les outils.

Ces résultats montrent que l'Eco-Booster aurait tendance à favoriser la curiosité des participants, en les amenant à plus consulter les outils à leur disposition. Cela peut également s'expliquer par le mode d'utilisation de l'Eco-Booster. L'outil est utilisé en mode actif contrairement aux autres outils de la session. Un mode actif implique davantage les participants, ce qui peut leur donner envie de consulter les autres outils à disposition.

En parallèle, si nous nous intéressons aux participants qui sollicitent l'équipe d'experts en créativité présents à la session (design et prototypage rapide), nous observons qu'avec l'utilisation de l'Eco-Booster ce nombre baisse. Dans les sessions sans Eco-Booster, c'est 86% des participants qui sollicitent l'équipe d'experts en créativité, quand l'outil est utilisé en séance, ce nombre passe à 50%.

Le second aspect qui nous intéresse est la motivation des participants. Nous nous intéresserons donc au nombre de participants qui ne sont pas totalement concentrés sur la session (qui mènent plusieurs activités en même temps, qui interrompent leur participation...) et au nombre de sessions où le facilitateur doit relancer la dynamique des participants. Ces observations nous donnent les résultats du Tableau 38 :

	Analyse de la motivation des participants à la session	
	N'est pas totalement concentré sur la session	Relance par le facilitateur
Sans EB	36%	43%
Avec EB	38%	60%

Tableau 38 : Résultats sur la motivation des participants en session de co-créativité

Légèrement plus de participants ne sont pas totalement concentrés sur la session quand l'Eco-Booster est implémenté. On en compte 38% quand l'Eco-Booster est implémenté pour 36% quand il n'est pas utilisé. Cela peut s'expliquer parce que l'intégration de l'Eco-Booster est forcée pour l'expérimentation et peut donc interrompre la dynamique de la séance.

L'Eco-Booster est conçu comme un booster de créativité. Dans les pratiques du laboratoire d'innovation où nous avons réalisé notre expérimentation, ces outils sont généralement utilisés en cas de baisse de la dynamique afin de relancer. Or, dans notre expérimentation, au vu du nombre de sessions à disposition, nous l'avons intégré systématiquement aux sessions rentrant dans les critères qui nous convenaient. Cela a pu avoir un impact sur les résultats analysés. De même, l'Eco-Booster était animé par un facilitateur différent du facilitateur principal de la

session. Les différentes manières de faciliter, et leurs alternances, ont pu avoir un impact sur les analyses et sur la dynamique du groupe.

De manière logique, si nous regardons le dernier critère étudié, celui du nombre de sessions où le facilitateur doit relancer le groupe, nous remarquons que plus de sessions ont besoin d'une relance de la part du facilitateur quand l'Eco-Booster est utilisé (60% des sessions contre 40%). Les résultats précédents montrant une baisse de la motivation et de la concentration quand l'Eco-Booster est implémenté, il paraît logique que le facilitateur doive relancer plus régulièrement les participants.

A travers ces résultats, nous vérifions partiellement l'hypothèse énoncée. En effet, l'Eco-Booster stimule la dynamique du groupe par rapport aux outils utilisés en développant leur curiosité, mais a tendance à diminuer la motivation et la concentration des participants.

5.1.4. SYNTHESE DE L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL

Cette expérimentation nous a permis d'observer des premières tendances quant à l'utilisation de l'Eco-Booster en session de co-créativité dans un contexte industriel. Nous nous sommes intéressés à son impact sur la génération d'idées en lien avec l'éco-responsabilité mais également sur la créativité de la session. Pour cela, nous avons mesuré le nombre d'idées développées considérées comme éco-responsables, observé la prise en compte des aspects environnementaux par les participants, compté les idées générées, développées et leurs variétés, tout en nous intéressant à la dynamique du groupe.

Les résultats observés permettent de dresser les tendances suivantes : l'Eco-Booster n'a pas d'impact sur l'éco-responsabilité des idées produites. Nous n'observons pas plus d'idées éco-responsables quand l'Eco-Booster est implémenté, ni plus d'idées qui ne respectent pas l'environnement. Mais nous observons l'apparition d'une évaluation générale neutre. Cela peut illustrer une tendance au débat et au questionnement autour du véritable impact de l'idée développée. Si nous nous concentrons sur l'analyse du contenu des idées et notamment des verbatims utilisés dans les traces, nous pouvons observer que lorsque l'Eco-Booster est implémenté dans les sessions, plus de verbatims du champ de l'éco-responsabilités sont relevés. De plus, ces verbatims sont uniquement composés de verbatims positifs ou négatifs. L'Eco-Booster permet donc de se positionner de manière tranchée sur les arguments en faveur ou non de l'éco-responsabilité.

D'un autre côté, si nous nous intéressons à l'impact de l'outil sur la créativité de la session, nous avons pu observer une augmentation du nombre d'idées générées et de leurs variétés et ce, peu importe la typologie des sessions étudiées. Dans les phases de développement, nous observons une augmentation du nombre d'idées développées pour les sessions de types matérialisation et évaluation. Cependant dans les sessions de conceptualisation, le nombre d'idées développées baisse quand l'Eco-Booster est utilisé. Cela peut s'expliquer par les résultats énoncés précédemment. En effet, nous avons observé que l'Eco-Booster a tendance à soulever des débats et des discussions autour de l'impact environnemental des idées, ce qui pourrait amener à un questionnement autour de la pertinence du développement de l'idée, ce qui expliquerait cette baisse. Si nous nous penchons sur les participants eux-mêmes, les résultats montrent que l'Eco-Booster favorise la curiosité des participants. Ils ont tendance à davantage consulter les outils à leur disposition et à les manipuler. Cependant, leur motivation a tendance à baisser, le facilitateur doit relancer plus régulièrement les groupes. Cela peut s'expliquer par le changement de dynamique induit par l'utilisation de l'Eco-Booster.

En effet, afin d'avoir un nombre minimal de cinq sessions à étudier, nous avons dû utiliser l'Eco-Booster dans des sessions où celui-ci n'était pas forcément nécessaire. Dans le cas présent, nous pouvons le considérer comme un booster de créativité. Or les boosters sont utilisés dans les pratiques du laboratoire d'innovation auquel nous appartenons que lorsque la dynamique du groupe baisse, quand il faut mobiliser les participants, etc. Il serait intéressant de prolonger cette expérimentation, en utilisant l'Eco-Booster uniquement quand un booster de créativité est nécessaire en séance. Cela permettrait d'affiner les résultats et peut-être de montrer des tendances plus marquées ou différentes sur certains critères.

Afin d'augmenter le panel de projets sur lequel tester l'outil, nous décidons de tester l'Eco-Booster dans un nouveau contexte : un hackathon.

5.2. EVALUATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE

Dans le cadre de cette deuxième expérimentation, en contexte académique, nous cherchons à compléter les résultats de notre première expérimentation en analysant l'impact de l'Eco-Booster en termes d'éco-créativité au cours d'un processus de conception de produit. En effet, si, dans la première expérimentation, l'impact de l'outil a été évalué à un instant donné du processus de conception de produit, ici nous suivrons un processus complet de conception. Pour cela, nous nous immergeons dans un hackathon académique géant : l'Innovation Crunch Time, organisé par l'Université Technologique de Belfort-Montbéliard (UTBM). Initialement, les hackathons sont des événements où le but est de produire des logiciels en petits groupes et dans un temps limité, pouvant aller d'un à trois jours (Komssi et al. 2015). Depuis les années 2000, ces événements ont gagné en popularité et deviennent des moyens pour promouvoir la génération de nouvelles idées de manière générale (Gama et al. 2018 ; Steglich et al. 2021). Depuis 2017, l'Innovation Crunch Time s'inspire de ces pratiques. Plus de 1600 étudiants se regroupent pendant une semaine, sur le temps scolaire, dans un lieu spécifique, pour répondre à environ 160 problématiques d'industriels ou d'acteurs du monde socio-économique.

Dans notre expérimentation, nous nous concentrons sur 17 projets, qui nous permettront d'analyser l'impact de l'Eco-Booster. Neuf d'entre eux doivent utiliser l'Eco-Booster dans le déroulé de leur hackathon et de leur processus de conception de produit, tandis que les huit autres suivent le déroulé standard de l'évènement. La taille de l'évènement nous ne permet pas d'utiliser MAELI dans son ensemble. En effet, il est impossible d'observer tous les groupes pendant leur génération d'idée. Nous faisons donc le choix d'analyser un nombre limité d'indicateurs proposés par MAELI. Contrairement à la première expérimentation, nous pourrions évaluer l'éco-responsabilité des idées sur des étapes différentes du processus de conception de produit. De plus, le contexte académique est plus propice à la diffusion de questionnaires pour étudier notamment l'expérience d'utilisation et d'animation de l'Eco-Booster. En effet, contrairement à notre expérimentation en milieu industriel, un animateur sera désigné parmi les membres du groupe et sera formé à l'Eco-Booster. Ainsi, nous pouvons étudier l'expérience d'animation avec des animateurs différents, non immergés dans un laboratoire d'innovation.

En variant le contexte d'expérimentation, nous pouvons proposer une validation de notre outil dans un contexte totalement différent qui amène de nouveaux indicateurs analysés mais nous pouvons également vérifier l'adaptabilité de l'Eco-Booster.

Dans un premier temps, nous présenterons les hypothèses et, dans un deuxième temps, le protocole expérimental, avant d'exposer les résultats obtenus. Nous terminerons par une discussion où nous parlerons des limites et des apports de cette expérimentation.

5.2.1. OBJECTIFS DE L'EVALUATION

Dans cette expérimentation, nous cherchons à répondre aux problématiques suivantes :

Problématique 1 : L'Eco-Booster favorise-t-il l'éco-créativité en contexte hackathon ?

Pour répondre à cette problématique, nous analysons les dimensions suivantes :

- **L'impact de l'outil sur l'éco-responsabilité des idées**

Pour analyser cette dimension, nous nous appuyons sur deux éléments : le niveau d'éco-responsabilité des idées générées tout au long du processus de conception et la prise en compte des aspects environnementaux par le groupe (AFNOR 2018).

- **L'impact de l'outil sur la créativité**

Pour analyser la créativité des participants, nous nous appuyons sur les métriques définies par la littérature (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003) : la qualité, la quantité et la nouveauté.

Nous cherchons donc à vérifier les hypothèses suivantes :

- H1 : L'Eco-Booster permet de développer des **solutions plus respectueuses de l'environnement** aux différentes étapes d'un projet
- H2 : L'Eco-Booster favorise **la prise en compte des aspects environnementaux**.
- H3 : L'Eco-Booster **stimule la créativité** des participants / participantes

Problématique 2 : L'Eco-Booster est-il facile d'utilisation pour des non-experts ou des personnes non-sensibilisées à l'éco-innovation ?

Pour répondre à cette problématique, nous analysons la dimension suivante :

- **La facilité de compréhension et d'utilisation de l'outil**

Cette problématique nous amène donc à vérifier les hypothèses suivantes :

H4 : L'Eco-Booster est **facile à utiliser** par des animateurs non experts ou non sensibilisés à l'éco-innovation.

H5 : L'Eco-Booster est **facile à comprendre** pour des participants non experts ou non sensibilisés à l'éco-innovation

Pour analyser la compréhension de l'outil, nous définissons deux niveaux de compréhension :

- La compréhension de l'éco-créativité, c'est-à-dire si les dimensions d'éco-conception et de créativité sont comprises au cours de l'utilisation,
- La compréhension de l'outil en général, c'est-à-dire la compréhension de son utilisation ainsi que les éléments le constituant (mots, images, pictogrammes...)

Dans le cadre de cette expérimentation, le contexte académique ne permet pas de faire une observation individuelle de chaque projet. Nous ne pouvons donc pas utiliser MAELI dans son ensemble. En effet, la taille de l'évènement, illustré en Figure 54, et également celle de l'échantillon étudié (170 personnes) ne permet pas de nous immerger dans chacun des groupes et d'analyser la dynamique et la motivation de ceux-ci.



Figure 54 : Vue d'ensemble de l'édition 2023 de l'Innovation Crunch Time

Pour cette expérimentation, nous retenons une partie des indicateurs de MAELI pour répondre aux différentes hypothèses posées, comme présenté dans le Tableau 39.

Indicateurs de MAELI		Nature des variables
Etape de préparation		
Informations spécifiques à la session	Historique du projet	Non analysée
	Profil de la session	Contrôlée
	Nombre de réunions de préparation	Non analysée
	Langue dans laquelle la session est donnée	Non analysée
Problématique et objectifs	Problématique définie par le leader technique	Non analysée
	Problématique identifiée comme orientée éco-conception	Contrôlée
	Objectifs à atteindre	Non analysée
	Mots clés identifiés comme appartenant à la sémantique de l'éco-responsabilité	Contrôlée
	Mots clés	Non analysée
	Objectifs identifiés comme orientés éco-conception	Contrôlée
Typologie de l'innovation	Nature de l'innovation	Contrôlée
	Degré de l'innovation	Non analysée
	Levier de l'innovation	Contrôlée
Méthodes et outils	Nombre d'outils techniques	Non analysée
	Nombre d'outils créatifs	Non analysée
	Nouvel outil hors portefeuille	Contrôlée
	Nombre d'activités prévues	Non analysée
Temps de préparation	Temps du facilitateur	Non analysée
	Temps des experts créa (design)	Non analysée
	Temps des experts créa (prototypage)	Non analysée
Etape d'idéation		
Planning et organisation	Format de la session (présentiel, hybride, distanciel)	Non analysée
	Nombre d'acteurs	Non analysée
	Durée de la session	Non analysée
	Nombre réel d'activités menées	Non analysée
Dynamique de groupe	Nombre de participants en retard	Non analysée
	Nombre de participants pas concentrés à 100%	Non analysée
	Nombre de participants qui interviennent	Non analysée
	Nombre de participants qui consultent les idées générées en cours de sessions	Non analysée
Facilitation	Gestion d'un imprévu	Non analysée
	Nombre de relances	Non analysée
	Nombre de modifications du planning initial	Non analysée
	Nombre de points avec le leader technique	Non analysée
	Leader technique qui prend le rôle du facilitateur	Non analysée
Méthodes, outils et ressources	Présence des experts créativité	Non analysée
	Sollicitation des experts créativité par les participants	Non analysée
	Nombre de participants consultant les outils créatifs	Non analysée
	Nombre de participants consultant les outils techniques	Non analysée
	Nombre de participants manipulant les outils	Non analysée
	Nombre d'outils d'éco-créativité	Non analysée

Phase d'implémentation		
Résultats à court terme	Nombre de créations faites dans la session (<i>mind map, plan, user journey map, ...</i>)	Non analysée
	Nombre d'idées générées dans la phase de conceptualisation	Analysée
	Nombre de catégories d'idées générées au cours de la phase de conceptualisation	Non analysée
	Nombre d'idées développées dans la phase de matérialisation	Non analysée
	Nombre d'idées développées nouvelles	Analysée
	Nombre d'idées développées de qualité	Analysée
	Nombre d'idées évaluées dans la phase d'évaluation	Non analysée
	Nombre d'idées potentiellement brevetables	Non analysée
	Réalisation de maquette	Non analysée
	Nombre d'autres supports pour les traces	Non analysée
	Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement	Analysée
	Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation	Analysée
Temps consacré par l'équipe du laboratoire	Temps de rédaction du rapport	Non analysée
	Temps consacré à l'illustration des idées développées	Non analysée
	Temps consacré à la réalisation de maquettes	Non analysée
Résultats à long terme	Nombre d'idées transmises au service des brevets	Non analysée
	Nombre d'idées réellement brevetées	Non analysée
	Nombre d'expérimentations lancées	Non analysée

Tableau 39 : Variables dans l'expérimentation en contexte académique

Comme nous pouvons le voir, nous contrôlons les mêmes variables que sur l'expérimentation en contexte industriel. Ces variables concernent le projet et la problématique étudiés. Les projets étudiés doivent concerner des produits. La problématique, ainsi que les objectifs, ne doivent pas être orientés éco-conception.

Dans ce contexte académique, du fait de nombreux projets étudiés simultanément, nous choisissons de ne pas étudier la dynamique de groupe. Nous décidons de nous focaliser sur l'évolution de l'éco-responsabilité des idées générées ainsi que la prise en compte des impacts environnementaux à différentes étapes du processus de conception de produit. Pour cela, nous analysons les deux indicateurs suivants :

- Nombre d'idées développées respectueuses de l'environnement
- Nombre de verbatims éco-responsables relevés dans les traces de la phase de matérialisation et d'évaluation

Chacun des indicateurs est évalué à des étapes différentes du processus : la génération préliminaire, la génération détaillée et l'évaluation.

De plus, contrairement à notre précédente expérimentation, nous pouvons analyser la nouveauté des idées générées et leur qualité. Le contexte permet, en effet, une évaluation plus facile de ces indicateurs. La présence du porteur du sujet sur la semaine et son expertise historique du projet, nous permettent de lui demander d'évaluer ces deux critères à travers un questionnaire que nous présenterons en partie 5.2.2.4.

Afin de répondre aux hypothèses n°4 et 5, nous avons également développé un questionnaire permettant d'obtenir un retour d'expérience sur l'utilisation de l'outil. Pour chaque groupe, nous avons deux profils d'utilisateurs : les participants et l'animateur.

L'animateur est désigné en début de semaine. Il est le point de contact pour l'expérimentation avec le porteur du sujet. Il est formé le premier jour à l'outil pendant une session d'une demi-heure environ et le matériel lui est transmis (Eco-Booster, guide d'utilisation (annexe IV), post-it et pochettes de recueil). Il a la charge d'utiliser l'Eco-Booster sur la deuxième journée du hackathon et d'animer cette utilisation. Il a également pour rôle de recueillir les traces générées par son groupe à l'aide du matériel fourni.

Les participants et les animateurs répondent à la fin de l'utilisation de l'Eco-Booster à un questionnaire nous permettant d'obtenir les notes accordées par les participants sur les critères du Tableau 40 :

Notes étudiées	Hypothèses concernées
Le niveau de compréhension de l'éco-créativité	H4 / H5
Le niveau de compréhension de l'outil	H5
L'expérience d'animation de l'Eco-Booster	H4

Tableau 40 : Notes étudiées dans l'expérimentation en contexte académique

Pour les groupes sans Eco-Booster, un représentant de groupe est également désigné. Il est le point de contact entre l'expérimentation et le porteur du sujet, mais a également pour objectif de recueillir les traces tout de long de la semaine afin de permettre leur analyse.

5.2.2. PROTOCOLE DE L'ETUDE

5.2.2.1. **CONTEXTE DE L'EXPERIMENTATION**

Afin de mieux comprendre ce qu'est l'Innovation Crunch Time et le contexte de notre expérimentation, nous détaillons dans cette partie la cible étudiée et le déroulé du hackathon.

Cible étudiée

Au cours de l'Innovation Crunch Time, des étudiants ingénieurs de différentes spécialités (Informatique, Energie, Génie électrique, Mécanique, Mécanique et Ergonomie, Systèmes industriels, Logistique industrielle) sont répartis aléatoirement pour répondre à des problématiques soumises par des industriels sur des thématiques diverses. Les groupes seront constitués d'une dizaine d'étudiants provenant de différentes formations allant du niveau bac+1 au niveau ingénieur bac+5.

Déroulé du hackathon

Les étudiants ont cinq demi-journées pour répondre aux attentes des industriels à travers lesquelles ils doivent :

- S'immerger dans le projet : découvrir le projet et la problématique, analyser la situation initiale,
- Générer des idées : proposer des premières idées, les prototyper rapidement, les tester et les évaluer,
- Définir des concepts : faire des idéations itératives, détailler les idées retenues, prototyper les concepts, les tester et les évaluer,
- Développer une solution : définir son architecture, son fonctionnement, son usage, proposer une maquette de la solution finale physique ou numérique,
- Communiquer sur la solution : finaliser les rendus, réaliser une présentation.

En Figure 55, nous mettons en parallèle le processus suivi au cours de ce hackathon académique, avec une simplification linéaire des processus de conception et de créativité définis dans le deuxième chapitre. Les différentes typologies de sessions de co-créativité pouvant être organisées tout au long de la semaine sont également présentées.

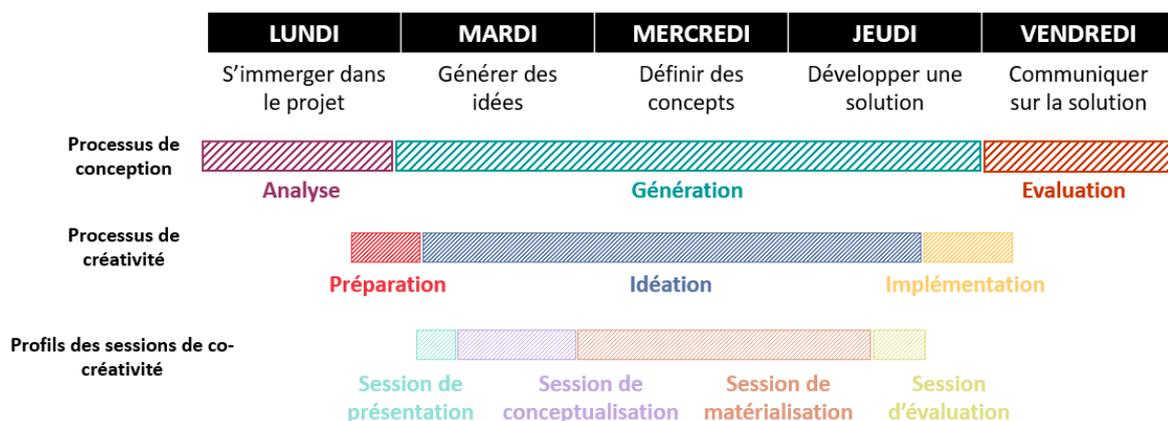


Figure 55 : Déroulé du hackathon

Pour clarifier le vocabulaire utilisé dans la suite du manuscrit, nous précisons ici ce que nous entendons par :

- **Porteur du sujet** : l'industriel qui a déposé le sujet et suivra les étudiants durant le déroulement du hackathon,
- **Solutions générées** : les solutions proposées par les étudiants à la fin du jour 2,
- **Solution retenue** : la solution proposée par les étudiants à la fin de jour 3,
- **Solution finale** : la solution présentée par les étudiants au porteur du sujet le dernier jour du hackathon.

5.2.2.2. ORGANISATION DE L'EXPERIMENTATION

Pour l'expérimentation, nous avons identifié dix-sept projets (soit 17 équipes de 10 personnes chacune – 170 personnes mobilisées). Nous proposons à huit groupes, dont les sujets sont répertoriés dans le Tableau 41, d'intégrer l'Eco-Booster dans le déroulé de leur hackathon. Les neuf autres groupes servent de groupe témoin. Initialement, nous avons retenu deux échantillons de neufs projets, mais une des équipes avec Eco-Booster n'a pas respecté le protocole proposé, nous avons donc décidé de ne retenir que huit sujets.

SANS ECO-BOOSTER	AVEC ECO-BOOSTER
Faciliter les parcours en ville des PMR	Mobilité adolescent porteur de polyhandicap
Motorisation amovible pour fauteuil roulant	Dispositif de sécurité pour fauteuil roulant
Apprentissage inclusif pour instrument de musique	Aide à la montée d'un PMR
Nouvelle architecture de vélo	Nouveau mode d'assemblage pour vélo
Déplacement sécurisé d'un robot de mesure	Mobilité d'un robot de mesure
Conceptualisation d'une assise escamotable	Siège de kayak ergonomique
Dispositif de chute sans attache	Dispositif de chute pour objet de moins de 27kg
Poumon pédagogique	Poumon pédagogique
Accessibilité d'un sac à dos	

Tableau 41 : Sujets des projets étudiés au cours de l'expérimentation et leur répartition avec et sans Eco-Booster

L'étude des résultats fournis par les dix-sept groupes nous permet de vérifier les hypothèses H1, H2 et H3. En parallèle, l'analyse de l'expérience d'utilisation de l'Eco-Booster nous permet de répondre aux hypothèses H4 et H5. Pour vérifier ces hypothèses, nous allons donc suivre les protocoles suivants :

- **H1 : L'Eco-Booster permet de développer des solutions plus respectueuses de l'environnement aux différentes étapes d'un projet**

Nous demandons au porteur du sujet d'évaluer le caractère éco-responsable des solutions générées, de la solution retenue et de la solution finale, proposées par le groupe dont il a la charge. Il doit donner une note à chacune des idées en répondant à la question suivante : « Sur une échelle allant de 1 (pas du tout respectueuse) à 5 (totalement respectueuse), à combien évalueriez-vous cette idée en termes de respect de l'environnement ? ». Le même travail d'évaluation a été également demandé à deux experts en éco-conception.

- **H2 : L'Eco-Booster favorise la prise en compte des aspects environnementaux.**

Nous demandons aux deux mêmes experts en éco-conception que la première expérimentation d'analyser les traces des solutions générées, de la solution retenue et de la solution finale, laissées par les groupes. Au cours de cette analyse, les experts relèvent les verbatims identifiés comme éco-responsables ou non éco-responsables.

- **H3 : L'Eco-Booster stimule la créativité des participants / participantes**

Nous demandons au porteur du sujet d'évaluer la qualité des solutions générées en répondant à la question suivante : « Sur une échelle allant de 1 (totalement hors du scope) à 5 (répond parfaitement aux attentes), à combien évalueriez-vous la pertinence de cette idée ? ». Sur le même modèle, le porteur du sujet doit également analyser la nouveauté des solutions générées.

En parallèle, les traces générées par les groupes seront également recueillies tout au long du hackathon. De cette manière, nous pourrions compter le nombre d'idées générées par les groupes le jour de l'idéation.

- **H4 : L'Eco-Booster est facile à animer par des animateurs non experts ou non sensibilisés à l'éco-innovation.**

Nous demandons aux membres désignés comme animateurs de l'Eco-Booster dans chacun des groupes, de partager leur expérience dans ce rôle. Pour cela, ils pourront proposer une note de leur expérience allant de 1 (pas du tout agréable) à 5 (très agréable). La facilité d'animation passant aussi par la compréhension de l'outil, nous leur demandons d'évaluer la compréhension de celui-ci.

- **H5 : L'Eco-Booster est facile de compréhension pour des participants non experts ou non sensibilisés à l'éco-innovation**

Nous évaluerons donc si les participants ont assimilé le caractère créatif et éco-responsable de l'outil, mais également s'ils ont compris le contenu de celui-ci, les mots présents et les combinaisons tirées.

5.2.2.3. METHODOLOGIE D'ANALYSE DES INDICATEURS

Les critères d'éco-responsabilité, de qualité et de nouveauté de la solution sont évalués par des notes, allant d'un à cinq, accordées par le porteur du sujet pour chaque solution. Pour la phase d'idéation, ayant lieu le deuxième jour du hackathon, les groupes soumettent trois solutions générées à la fin de la journée. Nous avons donc trois notes pour chacun des critères. Afin d'avoir une note globale pour le groupe, nous réalisons la moyenne de ces notes. En effet, les solutions proposées sont des variations d'un même préconcept. De plus, bien que trois solutions soient demandées par l'organisation du hackathon, certains groupes en ont proposé une ou deux. Une moyenne permet d'avoir une note unique pour tous les groupes.

Cette moyenne nous permet ensuite de donner une appréciation globale au groupe :

- Si la moyenne est supérieure à 3, l'appréciation globale est positive,
- Si la moyenne est égale à 3, l'appréciation globale est neutre,
- Si la moyenne est inférieure à 3, l'appréciation globale est négative.

Cette appréciation concerne les critères de l'éco-responsabilité, la qualité et la nouveauté des solutions.

Pour le critère de l'éco-responsabilité, nous analysons également les verbatims. Pour cela, les experts en éco-conception relèvent les verbatims issus des traces laissées par les participants pour les solutions générées, les solutions retenues et les solutions finales. Les experts relèvent deux catégories de verbatims :

- Des verbatims positifs : qui sont synonymes d'impact positif de la solution sur l'environnement
- Des verbatims négatifs : qui indiquent un impact négatif de la solution sur l'environnement

Une fois les verbatims relevés, nous calculons la moyenne par groupe de ces verbatims pour chacune des étapes du projet. Ici, nous ne nous intéressons pas à chaque groupe de manière individuelle mais à l'effectif entier des groupes avec et sans Eco-Booster. Pour cela, nous calculons la somme des moyennes des verbatims relevés par groupe, pour avoir une note de l'effectif total.

En parallèle, les animateurs et les participants notent la compréhension de l'outil et l'expérience d'animation de celui-ci afin que nous puissions analyser les moyennes des notes obtenues.

5.2.2.4. MATERIEL MIS EN PLACE

MAELI n'est pas adaptée à notre contexte académique. En effet, observer dix-sept groupes en simultané n'étant pas réalisable, nous avons donc mis en place un matériel de recueil spécifique à chacune des variables. Nous nous sommes également servis des documents demandés par l'organisation de l'Innovation Crunch Time aux étudiants. La répartition du matériel en fonction des variables est présentée dans le Tableau 42.

Variables analysées	Matériel de recueil
Nombre de solutions respectueuses de l'environnement générées tout le long du processus	Questionnaire porteur du sujet Livrables Crunch Times
Nombre de verbatims relevés sur les idées générées	Livrables Crunch Times
Nombre d'idées générées au cours de l'étape d'idéation	Pochettes de recueil des traces Post-it annotés
Nombre de solutions qualitatives générées au cours de l'étape d'idéation	Questionnaire porteur du sujet
Nombre de solutions nouvelles générées au cours de l'étape d'idéation	Questionnaire porteur du sujet
Niveau de compréhension du contenu de l'Eco-Booster	Questionnaire animateur Questionnaire participant
Niveau de compréhension de la dimension éco-créative de l'Eco-Booster	Questionnaire participant
Note de l'expérience d'animation de l'Eco-Booster	Questionnaire animateur

Tableau 42 : Matériel mis en place afin de recueillir les variables étudiées dans l'expérimentation en contexte académique

Nous allons maintenant détailler les différents matériels mis en place pour recueillir les données.

Questionnaires pour les porteurs du sujet

Pour chacune des étapes du hackathon évaluées par le porteur du sujet, nous avons mis en place un questionnaire, illustré en Figure 56. Pour la première étape d'évaluation des solutions générées, le questionnaire nous permet de recueillir la note donnée par le porteur du sujet sur la qualité de la solution, sa nouveauté et sa dimension éco-responsable.

INTERNAL & PARTNERS

Evaluation environnemental de l'idée

N° équipe	Titre de l'idée				
<p>Q1 : Sur une échelle allant de 1 (totalement hors du scope) à 5 (répond parfaitement aux attentes) à combien évalueriez-vous la pertinence de cette idée ?</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p>					
<p>Q2 : Sur une échelle allant de 1 (cette idée est vu et revu) à 5 (je n'avais jamais pensé à cette idée) à combien évalueriez-vous la nouveauté de l'idée retenue ?</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p>					
<p>Q3 : Sur une échelle allant de 1 (pas du tout respectueuse) à 5 (très respectueuse) à combien évalueriez-vous votre idée en terme de respect de l'environnement ?</p> <p><i>On définit une idée respectueuse de l'environnement comme une idée dont les impacts environnementaux négatifs sont minimisés sur tout son cycle de vie.</i></p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p>					

Figure 56 : Questionnaire à destination du porteur du sujet pour évaluer les solutions générées

Pour l'évaluation des deux étapes de la solution retenue et de la solution finale, un questionnaire reprenant uniquement la question Q3 sur la dimension éco-responsable des idées est mis en place.

Livrables de l’Innovation Crunch Time

Pour permettre aux experts en éco-conception d’analyser les verbatims et de donner une note d’éco-responsabilité aux idées tout au long du processus, il était nécessaire d’avoir des présentations écrites des idées à recueillir. Pour ce faire, nous nous sommes servis des recueils mis en place par l’organisation de l’Innovation Crunch Time et que les étudiants avaient à remettre tout au long du hackathon :

- Pour les solutions générées, le recueil est présenté en Figure 57,
- Pour les solutions retenues, le recueil est présenté en Figure 58,
- Pour les solutions finales. L’organisation de l’Innovation Crunch Time n’a pas proposé de moyen de recueil standard mais les étudiants devaient réaliser une présentation de leur solution. Nous avons donc pu récupérer celle-ci à la fin du hackathon.

CRUNCH TIME UTBM INNOVATION

DESCRIPTION IDÉE n° 1
Jalon 2

N° équipe

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD

Titre de l'idée :

Description du problème à résoudre, du défi à relever (Comment faire pour ... ?):

Description de l'idée (texte, dessins, schémas, ...):

Originalité, avantages et points forts de l'idée :

Inconvénients et points faibles de l'idée :

Sujet :

HE IG utbm

Figure 57 : Fiche descriptive des solutions générées

CRUNCH TIME UTBM INNOVATION

DESCRIPTION IDÉE RETENUE
Jalon 3

N° équipe

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD

Titre de l'idée :

Description du problème à résoudre, du défi à relever (Comment faire pour ... ?):

Description de l'idée (texte, dessins, schémas, ...):

Originalité, avantages et points forts de l'idée :

Inconvénients et points faibles de l'idée :

Sujet :

HE IG utbm

Figure 58 : Fiche descriptive de la solution retenue

Pochettes de recueil des traces et post-it annotés

Pour tous les groupes, nous avons fourni des pochettes numérotées en fonction du jour de la semaine. A la fin de la journée, il était demandé aux représentants de chaque groupe de recueillir les différentes traces générées dans la pochette du jour correspondante.

Pour les groupes avec l'Eco-Booster, nous avons mis à disposition des post-its annotés EB (comme Eco-Booster), à utiliser pendant l'animation de l'Eco-Booster. Cela nous a permis de compter plus facilement le nombre d'idées générées dans cette étape.

Questionnaire animateur

A la fin de la journée d'idéation (deuxième jour du hackathon), nous avons mis en place un questionnaire pour l'animateur de la séance d'Eco-Booster (un des membres de l'équipe projet), présenté en Figure 59, qui nous permet de recueillir la note donnée sur la compréhension de la dimension éco-créative de l'Eco-Booster et sur son expérience d'animation.

Retour expérience animateur / animatrice

De quelle école viens-tu ? _____
Quel est ton niveau d'étude ? _____
Quelle est ta spécialité ? _____

Q1 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la génération d'idées respectueuses de l'environnement ?
1 2 3 4 5

Q2 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la créativité ?
1 2 3 4 5

Q3 : Sur une échelle allant de 1 (très peu agréable) à 5 (très agréable) à combien évaluerais tu l'expérience d'animation de cet outil ?
1 2 3 4 5

Q4 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu le guide d'utilisation de l'Eco-Booster ?
1 2 3 4 5

Q5 : As-tu d'autres retours à nous partager ?

Figure 59 : Questionnaire pour recueillir le retour d'expérience des animateurs/animatrices de l'Eco-Booster

Questionnaire participant

Sur le même modèle, nous avons mis en place un questionnaire pour l'ensemble des autres membres de l'équipe projet qui ont participé à la séance avec Eco-Booster. Ce questionnaire, présenté en Figure 60, nous permet de recueillir les notes données pour la compréhension de l'outil que ce soit au niveau de son contenu, de la compréhension des mots et des combinaisons, ou au niveau de la compréhension de sa dimension éco-créative.

Retour expérience participants

De quelle école viens-tu ? _____
Quel est ton niveau d'étude ? _____
Quelle est ta spécialité ? _____

Q1 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la génération d'idées respectueuses de l'environnement ?
1 2 3 4 5

Q2 : Sur une échelle allant de 1 (très peu utile) à 5 (très utile) à combien évaluerais tu l'utilité de cet outil pour favoriser la créativité ?
1 2 3 4 5

Q3 : Sur une échelle allant de 1 (très peu compréhensible) à 5 (très compréhensible) à combien évaluerais-tu les mots apparaissant sur l'Eco-Booster ?
1 2 3 4 5

Q4 : Sur une échelle allant de 1 (très peu compréhensible) à 5 (très compréhensible) à combien évaluerais-tu les combinaisons de mots tirées ?
1 2 3 4 5

Q5 : De manière générale, sur une échelle allant de 1 (très difficile) à 5 (très facile) à combien évaluerais-tu la compréhension de l'Eco-Booster ?
1 2 3 4 5

Figure 60 : Questionnaire pour recueillir le retour d'expérience pour les membres des équipes projets avec Eco-Booster

5.2.2.5. SYNTHÈSE SUR LE PROTOCOLE

Nous pouvons résumer cette expérimentation par le Tableau 43.

Sans Eco-Booster	Avec Eco-Booster
Participants	
Environ dix étudiants ingénieurs répartis aléatoirement, de différentes spécialités (Informatique, Energie, Génie électrique, Mécanique, Mécanique et Ergonomie, Systèmes industriels, Logistique industrielle) et de différents niveaux d'études (du bac+1 au bac+5)	
Un représentant du groupe servant de relais avec le porteur du sujet et qui aide à la capitalisation des traces	Un représentant du groupe servant de relais avec le porteur du sujet, qui aide à la capitalisation des traces et qui anime l'Eco-Booster
Sujets industriels	
Sujets proposés par des industriels avec une problématique orientée produit, qui n'a pas de visée environnementale explicite et avec un contexte similaire	
Déroulé du Crunch Time pour l'équipe	
<i>Roadmap</i> officielle du Crunch Time	<i>Roadmap</i> officielle du Crunch Time Séance d'Eco-Booster le deuxième jour Complétion du questionnaire participant
Déroulé du Crunch Time pour les représentants	
Présentation du rôle de représentant Capitalisation des données Transmission des questionnaires au porteur du sujet	Présentation du rôle de représentant Formation à l'animation de l'Eco-Booster Capitalisation des données Animation de l'Eco-Booster Transmission des questionnaires au porteur du sujet Complétion du questionnaire animateur
Matériel pour la phase de génération d'idées	
Matériel de créativité fourni par le Crunch Time	Matériel de créativité fourni par le Crunch Time Eco-Booster Post-it annotés EB
Matériel pour le recueil des données	
Dossier de livrables (fourni par l'équipe du Crunch Time) Des pochettes numérotées Questionnaires pour le porteur du sujet	Dossier de livrables (fourni par l'équipe du Crunch Time) Des pochettes numérotées Questionnaires pour le porteur du sujet Questionnaire animateur Questionnaire participant

Tableau 43 : Synthèse du protocole de l'expérimentation en contexte académique



Figure 61 : Utilisation de l'Eco-Booster par les groupes pendant la phase d'idéation du hackathon

5.2.3. RESULTATS

Dans cette section, nous reprendrons chaque hypothèse une par une et présenterons les résultats permettant de les vérifier. Les résultats présentés seront des résultats descriptifs. Des statistiques poussées n'ont pas pu être réalisées du fait de la taille réduite de l'échantillon étudié.

5.2.3.1. **H1 : L'ECO-BOOSTER PERMET DE DEVELOPPER DES SOLUTIONS PLUS RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT AUX DIFFERENTES ETAPES D'UN PROJET**

L'analyse des notes données, aux solutions générées par les groupes, par les porteurs du sujet et experts en éco-conception nous donne les résultats présentés dans la Figure 62.

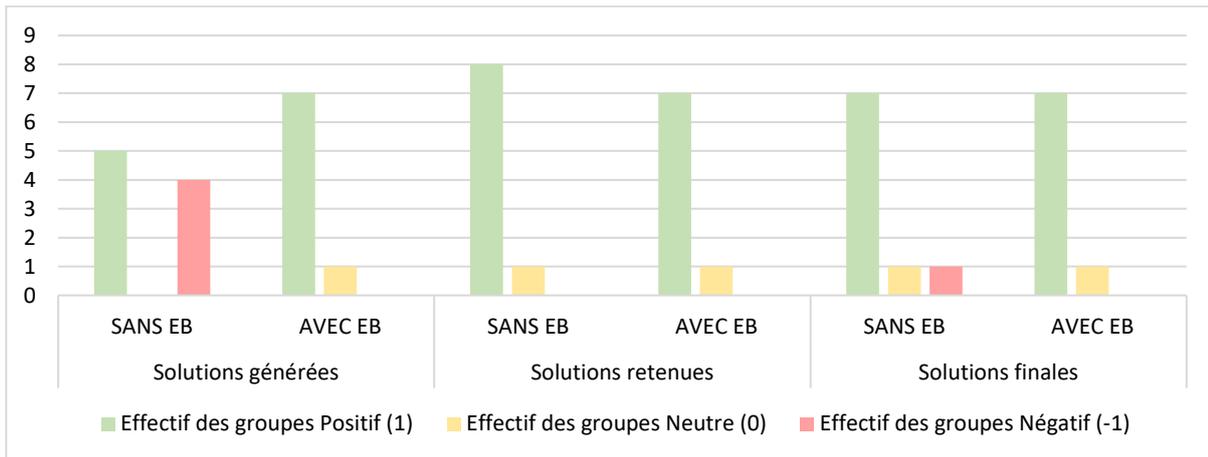


Figure 62 : Répartition des groupes en fonction de leur appréciation globale sur l'éco-responsabilité et la phase du projet

Nous pouvons observer les résultats suivants :

Pour la phase de solutions générées

Sur cette première étape du hackathon, comme l'indique la Figure 62, les idées générées par les groupes d'étudiants sans Eco-Booster sont équitablement réparties entre des idées avec appréciation globale positive (cinq idées) et avec des appréciations globales négatives (quatre idées). L'étude des résultats des groupes où nous avons implémenté l'Eco-Booster met en évidence qu'aucun groupe n'a une appréciation globale négative. Sur les huit groupes étudiés, uniquement un groupe a une appréciation globale neutre, les sept autres sont positifs.

Pour la phase de solutions retenues

Pour la deuxième étape, les résultats sont similaires pour les deux cas : avec et sans Eco-Booster. En effet, dans les deux cas, uniquement un groupe a une application globale neutre et tous les autres groupes étudiés ont une appréciation globale positive.

Pour la phase de solutions finales

Nous nous attardons, pour finir, sur l'évaluation des idées finales qui sont présentées en fin de hackathon au porteur du sujet. Les solutions finales proposées par les groupes sont majoritairement notées de manière positive. Dans le cas des groupes sans Eco-Booster, deux groupes n'ont pas d'appréciation globale positive. Un groupe a une solution finale avec une appréciation globale négative et le second avec une appréciation neutre. Pour les groupes avec l'Eco-Booster, seulement un groupe a une appréciation globale neutre, contre sept groupes avec une appréciation globale positive.

A travers ces observations, nous nous rendons compte que l'Eco-Booster exerce une réelle influence au cours de la première étape : celle d'idéation. En effet, avec l'Eco-Booster aucun groupe n'a obtenu une appréciation globale négative contre quatre groupes lorsqu'il n'y avait pas utilisation de l'outil. Cependant, les observations ne nous permettent pas de dégager de réelles tendances à l'utilisation de l'outil tout au long du processus. Nous ne pouvons donc que partiellement confirmer notre hypothèse.

5.2.3.2. H2 : L'ÉCO-BOOSTER FAVORISE LA PRISE EN COMPTE DES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Les verbatims relevés par les deux experts en éco-conception sur les livrables rendus par les étudiants nous fournissent les résultats représentés dans la Figure 63. Les verbatims sont divisés en deux catégories : les verbatims positifs et négatifs, que nous répertorions en fonction de l'avancée dans le processus de conception de produit à travers les solutions générées, retenues et finales.

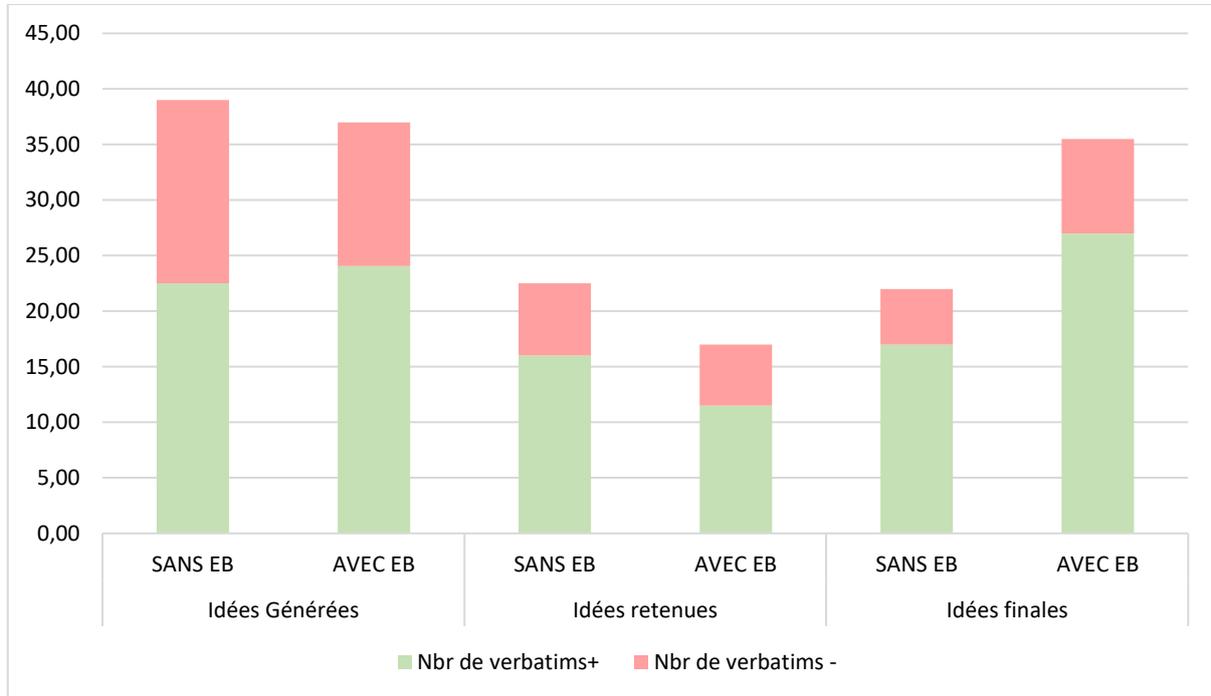


Figure 63 : Somme des verbatims éco-responsables relevés sur les solutions des différents groupes en fonction de la phase du projet

Sur la Figure 63, nous observons sur les deux premières phases que l'outil n'a pas l'influence attendue sur la prise en compte des aspects environnementaux. Pour la première étape, les groupes avec l'Eco-Booster génèrent un nombre de verbatims équivalent aux groupes sans, bien que la répartition soit légèrement meilleure (plus de verbatims positifs que de verbatims négatifs). On compte 65% de verbatims positifs pour les groupes avec l'Eco-Booster contre 58% quand les groupes n'ont pas l'outil. Les observations n'étant pas tranchées, nous ne pouvons pas en conclure une réelle tendance.

Pour l'étape des solutions retenues, les résultats montrent une influence inverse de l'Eco-Booster par rapport à nos hypothèses. En effet, les groupes possédant l'Eco-Booster génèrent moins de verbatims. La répartition des verbatims est même meilleure dans le cas où il n'y a pas d'outil. 72% des verbatims générés sont positifs contre 68% avec l'outil. C'est au cours de l'étape finale que nous observons une réelle influence. Les groupes avec Eco-Booster ont généré 35,5 verbatims en tout, soit 4,4 verbatims en moyenne par groupe. Les groupes sans Eco-Booster ont générés 22 verbatims au total, soit 2,4 verbatims par groupe en moyenne. Par ailleurs, la répartition des verbatims est quasiment identique. Dans le cas des groupes sans Eco-Booster, nous comptons 77% de verbatims positifs et 23% de verbatims négatifs. Pour les groupes où nous avons implémenté l'Eco-Booster, nous comptons 76% de verbatims positifs et 24% de verbatims négatifs.

La comparaison du nombre de verbatims entre les groupes avec outil et sans outil au cours de la phase finale nous permet de dégager la tendance suivante : les groupes avec Eco-Booster prennent plus en compte les aspects environnementaux. En effet, même si la comparaison de deux groupes ne nous permet pas d'avoir un résultat constant tout au long du hackathon, les résultats peuvent laisser penser que si plus de verbatims apparaissent à la phase des solutions finales, les impacts environnementaux ont dû être pris en compte en amont, même s'ils ne sont pas traduits sur les traces.

Ces résultats nous permettent de confirmer notre hypothèse de départ. L'Eco-Booster permet aux membres d'un groupe de conception de prendre en compte les aspects environnementaux dans leur processus.

5.2.3.3. H3 : L'ECO-BOOSTER STIMULE LA CREATIVITE DES PARTICIPANTS

Pour cette hypothèse, nous nous intéresserons aux trois critères suivants : la quantité, la qualité et la nouveauté des solutions générées par les groupes.

La quantité d'idées

Les traces recueillies nous ont permis d'observer que les groupes où l'Eco-Booster a été utilisé ont généré 50% d'idées en plus par rapport aux groupes sans, comme l'illustre la Figure 64.

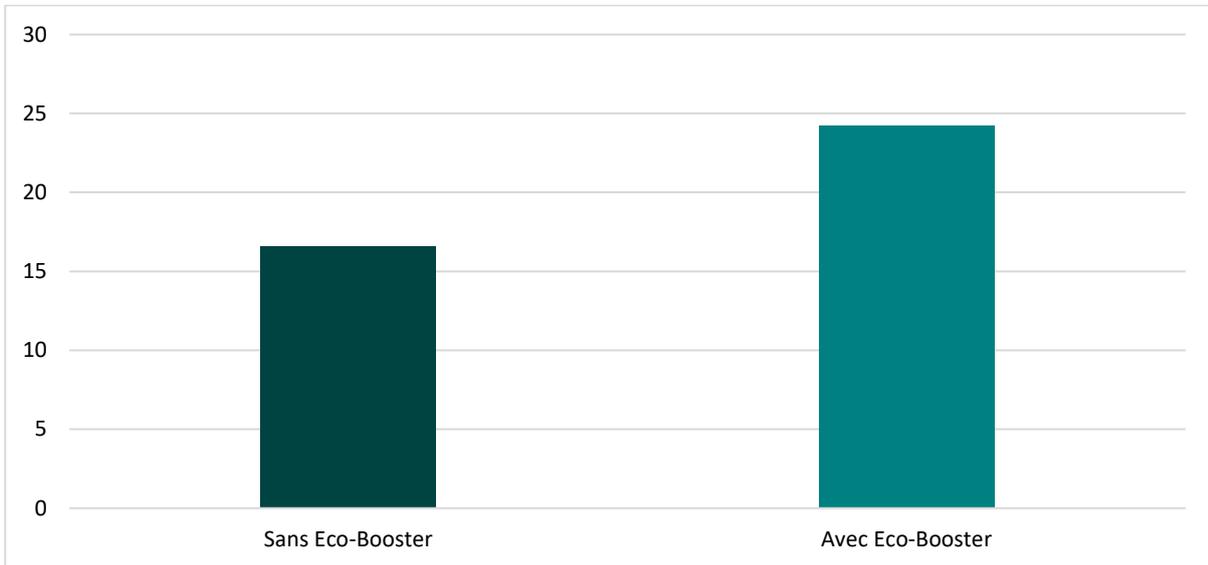


Figure 64 : Moyenne de la quantité d'idées générées par groupe

Qualité et nouveauté des idées générées

Les évaluations réalisées par les porteurs du sujet nous ont permis d'obtenir les résultats illustrés en Figure 65.

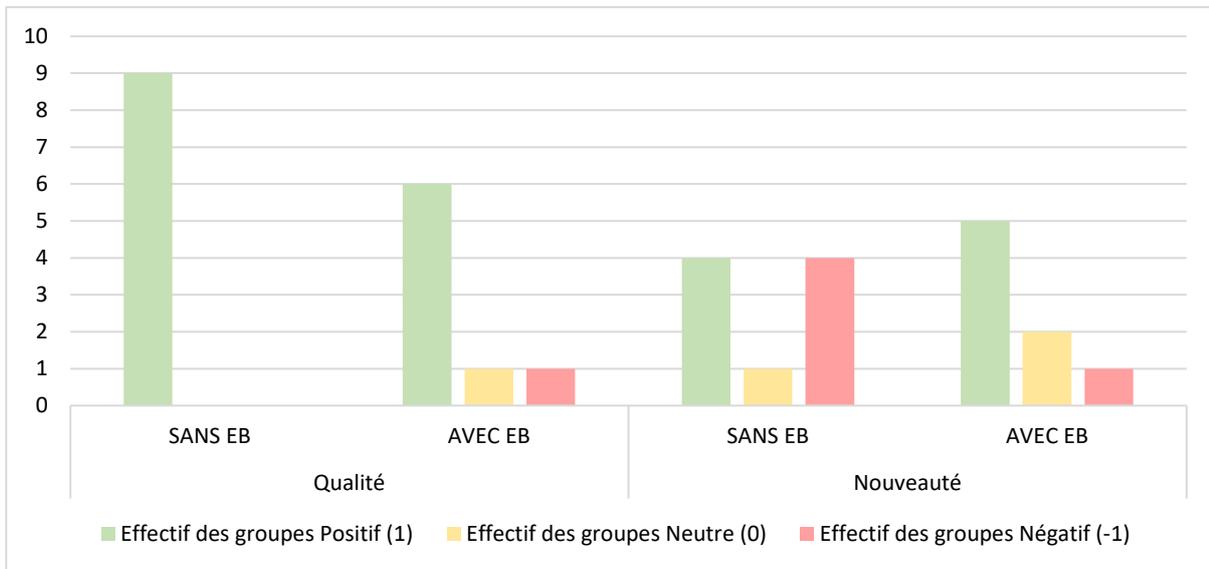


Figure 65 : Répartition des groupes en fonction des critères de qualité et de nouveauté, et de leur appréciation globale

- **Pour le critère relatif à la qualité des idées générées**

Tous les groupes où l'outil n'a pas été implémenté ont obtenu une appréciation globale positive par le porteur du sujet pour la qualité de leurs idées générées. En revanche, pour deux groupes qui ont utilisé l'Eco-Booster, l'appréciation globale a été neutre ou négative. Au vu du nombre limité de groupes étudiés, ces résultats nous permettent de montrer que l'Eco-Booster n'a pas d'influence sur la qualité des solutions générées. L'outil n'améliore pas la qualité des solutions générées, mais ne la dégrade pas non plus.

- **Pour le critère lié à la nouveauté des idées générées**

Pour le critère lié à la nouveauté, autant de groupes ont une appréciation globale positive que négative quand l'outil n'a pas été utilisé. Mais si nous regardons les groupes avec l'Eco-Booster, nous observons qu'une majorité de groupes a une appréciation globale positive et que le nombre de groupes avec une appréciation globale négative a largement diminué, il est passé de quatre à un. Nous pouvons donc observer une réelle influence de l'outil sur la nouveauté des idées générées.

A travers l'analyse de ces trois critères, nous pouvons confirmer l'hypothèse selon laquelle l'Eco-Booster favorise la créativité. En effet, la quantité des idées générées augmente avec l'Eco-Booster, de même que le nombre d'idées considérées comme nouvelles. Le critère de la qualité reste similaire avec Eco-Booster ou sans, nous ne pouvons donc pas conclure sur l'influence de l'outil sur ce point.

5.2.3.4. H4 : L'ÉCO-BOOSTER EST FACILE A ANIMER PAR DES ANIMATEURS NON EXPERTS OU NON SENSIBILISES A L'ÉCO-INNOVATION.

À la suite de l'expérience d'animation de l'Eco-Booster, en étudiant les résultats issus du questionnaire pour les animateurs, nous avons pu analyser la compréhension de la dimension éco-créative de l'Eco-Booster, mais également leur retour d'expérience d'animation. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 44.

	Compréhension de l'éco-créativité		Expérience d'animateur	
	Dimension éco-responsable	Dimension créative	Expérience animation	Evaluation du guide
Moyenne des notes données par les animateurs	3,6	3,3	3,5	4,9
Appréciation globale	Positive	Positive	Positive	Positive

Tableau 44 : Retour d'expérience sur l'animation de l'Eco-Booster

Que ce soit pour la compréhension de l'éco-créativité de l'outil ou son expérience d'utilisation, la moyenne des notes données par les animateurs est positive. Ces appréciations nous amènent donc à valider l'hypothèse selon laquelle l'Eco-Booster est facile à animer.

5.2.3.5. EVALUATION DE LA FACILITE DE COMPREHENSION DE L'ÉCO-BOOSTER POUR LES PARTICIPANTS

Pour les utilisateurs de l'outil, les membres du groupe non-animateur, le questionnaire transmis a permis d'analyser deux axes de compréhension de l'Eco-Booster : la compréhension de la dimension éco-créative de l'outil, mais également la compréhension des mots de l'outil et celle des combinaisons tirées.

L'analyse des questionnaires recueillis nous a permis d'obtenir les résultats du Tableau 45.

	Compréhension de l'éco-créativité		Compréhension de l'outil		Compréhension globale
	Dimension créative	Dimension éco-responsable	Mots représentés sur l'outil	Combinaisons tirées	
Moyenne des notes données par les participants	3,1	2,7	3,3	2,7	3,6
Appréciation globale	Positive	Négative	Positive	Négative	Positive

Tableau 45 : Retour d'expérience sur l'utilisation de l'Eco-Booster

Compréhension de la dimension éco-créative

Si nous observons tout d'abord la compréhension de l'éco-créativité, nous pouvons nous rendre compte que les participants donnent une appréciation positive à la compréhension de la dimension créative, mais une appréciation plutôt négative à celle de la dimension éco-responsable. Cependant, les résultats précédents nous ont montré que même si ces dimensions ne sont pas nécessairement compréhensibles, elles avaient tendance à être favorisées et prises en compte.

Compréhension de l'outil

En se concentrant ensuite sur la compréhension de l'outil, nous pouvons observer que les appréciations obtenues sont également mitigées. Les mots représentés sur l'outil sont plutôt compréhensibles, ce sont les combinaisons tirées qui peuvent poser un problème. Certaines combinaisons peuvent être contre-intuitives comme « augmenter les déchets », ou encore peu cohérentes comme « collecter l'utilisateur ». Malgré cela, les participants ont donné une moyenne de 3,6/5 pour la compréhension globale de l'outil.

Bien que l'outil ne soit pas totalement compréhensible, aucun critère ne présente une note critique. Ainsi, il semblerait qu'il ne soit pas nécessaire d'être expert pour pouvoir s'en servir. Pour une meilleure compréhension de celui-ci, nous

pourrions développer un kit d'accompagnement, donnant des exemples d'idées possibles pour chacune des combinaisons ou offrant des reformulations de celles-ci pour guider les participants.

5.2.4. SYNTHESE SUR L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE

Cette seconde expérimentation nous a permis d'analyser l'impact de l'Eco-Booster dans un nouveau contexte. C'est dans un hackathon académique que nous avons proposé notre outil à une dizaine de groupes projet. En comparant les résultats obtenus avec ceux d'une dizaine de groupes ne possédant pas l'outil, nous avons pu analyser son impact en éco-créativité.

Dans ce contexte, nous avons d'abord pu analyser la dimension créative de l'Eco-Booster. Pour cela, nous nous sommes concentrés sur trois indicateurs : la qualité des idées générées, leur nouveauté et leur quantité (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009 ; Runco et Jaeger 2012). Les résultats nous montrent que lors de l'implémentation de l'outil, le nombre d'idées générées augmente ainsi que leur nouveauté. En effet, les idées générées sont considérées comme nouvelles par le porteur du sujet. Cependant, la qualité des idées se dégrade légèrement. Moins d'idées, qui répondent réellement à la problématique, sont proposées.

Sur l'aspect éco-responsable, nous pouvons remarquer que le nombre d'idées éco-responsables varient en fonction des étapes du projet. Pour la phase de conceptualisation, le nombre d'idées éco-responsables générées est similaire que l'Eco-Booster soit utilisé ou non. Mais si l'on s'intéresse au nombre d'idées considérées comme non éco-responsables, nous remarquons que lors de l'utilisation de l'outil, aucune idée n'est identifiée comme telle. Pour la phase matérialisation, où les groupes développent la solution retenue, l'outil n'a pas d'influence. Le même nombre de solutions éco-responsable, neutre ou non éco-responsable est retenu. C'est à la phase de présentation, pour les solutions finales que nous observons une nouvelle différence. Dans cette étape, pour les groupes avec Eco-Booster, aucune solution finale n'a été identifiée comme non éco-responsable. Ces résultats nous permettent de mettre en avant l'influence de l'Eco-Booster, tout le long du processus de conception de produit, sur la dimension d'éco-responsabilité des solutions.

Le dernier élément auquel nous nous intéressons est la prise en compte des impacts environnementaux des solutions proposées par les participants. Pour cela, nous avons relevé les verbatims laissés dans les traces au cours du hackathon. Ce résultat montre une légère baisse des verbatims relevés dans les traces pour la phase de conceptualisation et celle de matérialisation lors de l'utilisation de l'Eco-Booster. Cependant, à la phase de présentation, le nombre de verbatims relevés augmente considérablement. Une augmentation de plus de 50% du nombre de verbatims est observable.

Tous ces résultats, au vu du nombre de projets étudié, nous permettent d'identifier les premières tendances positives de l'impact de l'Eco-Booster sur la créativité. Il serait intéressant de répéter cette expérimentation sur un échantillon de projet plus grand afin d'affiner les résultats.

De plus, le contexte académique nous a permis de tester un autre critère de l'outil : sa compréhension, que ce soit par les participants ou par les animateurs. A travers un questionnaire, nous avons pu obtenir des premiers retours d'expérience pour l'Eco-Booster. Les participants ont pu noter la compréhension de sa dimension éco-créative et la compréhension de son contenu à travers les mots et les combinaisons tirées. Dans les deux cas, les notes obtenues montrent une compréhension positive de l'Eco-Booster. Les deux aspects les moins compris par les participants sont la dimension éco-responsable de l'outil et, dans certains cas, les combinaisons tirées. Du côté des animateurs, le retour d'expérience est satisfaisant. Une moyenne de 3,5/5 a été obtenue pour l'expérience d'animation.

Ces résultats nous montrent que l'outil a été compréhensible par les participants, qu'ils soient formés à l'éco-conception ou non, mais également par les animateurs.

5.3. DISCUSSION SUR LES EXPERIMENTATIONS

Dans cette partie, nous avons analysé l'apport de l'Eco-Booster en termes d'éco-créativité. Pour cela, nous avons testé l'outil dans deux contextes différents à travers deux expérimentations.

Dans la première expérimentation, réalisée en contexte industriel, nous avons pu nous servir de l'intégralité de notre méthodologie d'analyse MAELI. Nous avons analysé l'impact de l'Eco-Booster sur son apport créatif, que ce soit au niveau des idées générées et développées, au niveau de la dynamique de groupe, ou sur l'apport en éco-conception, en analysant l'éco-responsabilité des idées développées et la prise en compte de cette problématique par les participants. Pour cela, nous avons analysé, pendant plus d'un an, 12 sessions, sept sessions sans Eco-Booster et cinq sessions où il a été utilisé. Cette expérimentation, du fait du contexte industriel dans lequel elle a eu lieu, possède de nombreuses limites. Le nombre de sessions étudiées a été limité en fonction des équipes projets. Les sessions analysées se sont étendues sur plus d'un an. Durant cette année, des changements ont eu lieu au niveau de l'entreprise mais également au niveau sociétal. L'environnement est devenu un des sujets majeurs des discours, ce qui a eu un effet sur l'acculturation de l'entreprise et des participants. De plus, l'analyse de la session à long terme est difficile à réaliser. Les équipes projets traitent les résultats des sessions de co-créativité sur des durées variables... Pour répondre à ces limites, nous avons réalisé une seconde expérimentation dans un contexte académique à travers un hackathon. Cette seconde expérimentation nous a permis de tester un plus grand nombre de projets, mais a impliqué des variations importantes dans le protocole expérimental et dans les indicateurs retenus. Nous avons pu analyser l'impact de l'Eco-Booster en comparant dix-sept projets différents, neuf projets avec et huit projets sans. Ce hackathon ayant eu lieu pendant une durée limitée dans le temps – une semaine – les éléments extérieurs comme l'évolution des pratiques, de la politique ou des mentalités individuelles n'ont pas eu de forte influence sur les résultats. De plus, au cours de cette semaine, les participants ont dû mettre un œuvre un processus complet de conception de produit. De cette manière, nous avons pu étudier les différentes étapes de celui-ci et analyser l'évolution des idées après une session de co-créativité. Cependant, au vu de la grandeur de l'évènement et du nombre de groupes étudiés, nous n'avons pas pu nous immerger au sein des différents groupes afin d'observer la dynamique du groupe, leur utilisation d'outils, leurs échanges et leur motivation. Mais, cette seconde expérimentation a permis d'analyser une dimension supplémentaire par rapport à notre contexte industriel, l'expérience d'utilisation de l'Eco-Booster en session de co-créativité à travers sa facilité de compréhension et sa facilité d'animation et d'utilisation.

Dans ces deux expérimentations, nous avons pu observer des premières tendances sur la dimension créative de l'outil et notamment à travers l'évaluation des résultats à court terme en termes de quantité, de qualité, de nouveauté et de variété des idées générées (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009). Dans les deux contextes, les tendances observées sont positives. La quantité, la qualité, la variété et la nouveauté des idées générées augmentent quand l'Eco-Booster est utilisé dans les sessions de co-créativité. La qualité des idées est légèrement inférieure avec l'Eco-Booster. Cela peut s'expliquer par l'augmentation des autres critères. En effet, si l'on génère plus d'idées, que celles-ci sont plus originales et plus variées, on génère automatiquement plus d'idées qui ne répondent pas totalement à la problématique.

Les résultats de l'expérimentation en contexte industriel montrent, au niveau de la dynamique de groupe, une augmentation de la curiosité de la part des participants quand l'outil est utilisé. Les participants ont tendance à consulter davantage les autres outils à disposition, qu'ils soient techniques ou créatifs et à légèrement plus les manipuler. Pourtant, quand les experts en créativité sont présents aux sessions, les participants vont avoir tendance à moins les solliciter. Pour la dynamique du groupe, un autre aspect nous intéresse, celui de la motivation des participants. Pour cela, nous analysons le nombre de participants qui ne sont pas totalement concentrés sur l'activité, ou encore le nombre de relances faites par le facilitateur. Dans les deux cas, nous remarquons que notre outil fait diminuer la motivation du groupe. Nous pouvons expliquer ce phénomène par son utilisation forcée pour cette expérimentation. En effet, l'Eco-Booster est un *booster* de créativité, qui intervient de manière ponctuelle dans les sessions de co-créativité afin de relancer la génération d'idées des participants. Dans notre analyse, le contexte industriel proposant un nombre limité de sessions, nous avons forcé l'utilisation de l'Eco-Booster même quand l'utilisation d'un booster n'était pas nécessaire. Cela fausse donc son utilisation et provoque un changement de rythme dans la session (Gryskiewicz et Taylor 2003). De plus, l'Eco-Booster a été facilité par un facilitateur différent, ce qui amène une dynamique de facilitation différente et donc induit une dynamique de groupe différente. Ces deux éléments peuvent expliquer la baisse de motivation observée (Chambers 1973 ; Acker 2021).

Pour la deuxième dimension analysée dans les deux contextes, l'apport en éco-conception de l'Eco-Booster, nous avons relevé l'évaluation des idées d'un point de vue éco-responsable et également les verbatims utilisés liés à cette dimension. Dans le contexte industriel, nous nous sommes rendu compte que les participants généraient plus d'idées considérées comme éco-responsables en phase de conceptualisation de la session quand l'Eco-Booster est utilisé. Pour les autres phases, nous remarquons peu de différences entre les groupes avec et sans Eco-Booster. Dans le contexte industriel, nous pouvons observer que le nombre d'idées développées considérées comme éco-responsable reste le même avec ou sans l'outil. Cependant, les notes neutres, où le leader technique ne sait pas si l'idée est éco-responsable ou non, n'apparaissent plus dans le cas avec Eco-Booster. Nous pouvons en tirer la tendance suivante : l'Eco-Booster permet au leader technique d'estimer le niveau d'éco-responsabilité d'une idée de manière plus tranchée. Si nous nous intéressons maintenant aux verbatims relevés, nous pouvons observer l'effet inverse. Nous remarquons que le leader technique utilise des verbatims neutres quand il évalue une idée développée dans une session avec Eco-Booster. Ce qui n'est pas le cas quand il n'y a pas d'Eco-Booster. Ces verbatims mettent en avant les questionnements autour de l'éco-responsabilité des idées. De plus, plus de verbatims sont utilisés par les leaders techniques quand l'Eco-Booster est utilisé. Si nous nous intéressons au global, d'un point de vue du leader technique et des experts en éco-conception, nous remarquons que le nombre de verbatims relevés est sensiblement le même, avec une légère augmentation dans le cas de l'utilisation de l'Eco-Booster. Dans le contexte académique, nous remarquons l'effet inverse dans les étapes de conceptualisation et de matérialisation. Le nombre de verbatims relevés est similaire avec une légère diminution dans le cas de l'Eco-Booster. Mais si nous nous intéressons à la phase de présentation, on peut remarquer que le nombre de verbatims relevés augmente considérablement. La dimension éco-responsable est donc bien mise en avant.

La dernière dimension de l'Eco-Booster analysée est sa facilité de compréhension et d'animation. Le contexte académique nous a permis de tester cela en laissant, dans chacun des groupes étudiés, une personne animer l'Eco-Booster et récupérer son retour d'expérience. A travers des questionnaires, nous avons pu récupérer aussi le retour d'expérience des participants ayant utilisé l'outil. Les retours récoltés nous laissent à penser que l'outil est simple d'utilisation. En effet, les participants n'ont pas été formés à celui-ci mais ont donné une moyenne de compréhension du contenu de l'outil et de sa dimension éco-créative supérieure à la moyenne. L'animation a malgré tout nécessité une formation d'une heure pour les animateurs. La formation permet de comprendre la mécanique de l'outil et ses règles d'utilisation mais peut être suivie par des personnes non initiées à la créativité et à l'éco-responsabilité.

Ces deux expérimentations permettent de relever les premières tendances de l'Eco-Booster en termes d'éco-créativité. Bien que leur complémentarité ait permis une analyse de différentes spécifications de l'Eco-Booster, il serait intéressant de les réitérer pour évaluer d'autres critères. En effet, notre recherche étant focalisée sur la conception de produit, nous nous sommes intéressés à des sessions orientées produit uniquement. Analyser des sessions avec une autre typologie d'innovation permettrait de valider si l'utilisation et l'impact de l'Eco-Booster sont les mêmes sur des sessions orientées processus ou organisation par exemple. De plus, le tester en conditions optimales d'utilisation, uniquement en mode *booster* avec une utilisation au moment où la dynamique de groupe diminue, permettrait également d'avoir des résultats plus précis sur la motivation des participants.

Nous avons également testé une seule utilisation de l'Eco-Booster, une roue commune pour tous les participants. Cependant, nous avons pu mentionner qu'il existe des profils créatifs différents (Lubart, Zenasni, et Barbot 2016). Des participants vont être plus à l'aise avec de la génération d'idées de manière individuelle par exemple. Sans changer le scénario d'utilisation, un test sur l'utilisation d'une petite roue individuelle permettrait de comparer des dynamiques différentes et de tester l'impact de l'outil sous cette forme afin d'en proposer une version plus inclusive.

6. CONCLUSION

Dans ce chapitre final, nous réalisons une synthèse de nos travaux de recherche. Pour cela, nous présenterons d’abord une discussion autour de nos résultats. Nous reviendrons sur notre état de l’art et les problématiques soulevées. Puis, nous discuterons des solutions que nous proposons en les présentant tout en précisant leurs apports ainsi que leurs limites.

Nous nous intéresserons ensuite aux perspectives de nos travaux de recherche à travers différents axes.

6.1. SYNTHÈSE SUR NOS TRAVAUX DE RECHERCHES

Afin de répondre à notre problématique initiale, « quels méthodes et outils déployer au sein d’un laboratoire d’innovation d’un groupe industriel international pour soutenir une démarche d’éco-conception ? », nous avons défini en introduction trois objectifs majeurs auxquels nous devons répondre. Le premier objectif consistait à réaliser une analyse des pratiques actuelles de l’éco-conception et des laboratoires d’innovation. Nous avons pu répondre à cet objectif en réalisant un état de l’art de la littérature et en intégrant un laboratoire d’innovation industriel. Le deuxième objectif avait pour but de développer un outil d’éco-créativité auquel nous avons répondu en concevant l’Eco-Booster. Le dernier objectif était de quantifier précisément l’apport de cet outil et plus généralement l’apport d’une nouvelle méthode ou d’un nouvel outil dans un laboratoire d’innovation industriel. Pour cela, nous avons développé une méthodologie d’analyse spécifique : MAELI. Dans cette partie, nous présenterons en détail comment nous avons répondu à ces objectifs et les solutions que nous avons apportées.

6.1.1. SYNTHÈSE DE L’ÉTAT DE L’ART

Au cours de notre état de l’art, nous nous sommes tout d’abord intéressés à la conception de produit que nous avons positionnée par rapport à l’innovation. La conception de produit s’inscrit comme une étape clé de l’innovation. Puis nous nous sommes concentrés sur l’évolution des modèles. En étudiant des modèles emblématiques de la conception de produit, issus du domaine de l’ingénierie mécanique (Pahl et Beitz 1996 ; Ulrich et Eppinger 1999 ; AFNOR 2002a), nous avons identifié trois étapes clés : l’analyse, la génération et l’évaluation. En analysant des modèles issus d’autres champs disciplinaires (Hillen et Mathieu 2016 ; AFNOR 2019), nous avons pu remarquer une évolution des modèles représentés de manière linéaire vers des modèles circulaires et itératifs. Depuis quelques années, une nouvelle dimension s’inscrit dans la conception de produit : la prise en compte des enjeux environnementaux (AFNOR 2002b ; Parlement européen et du Conseil 2009 ; AFNOR 2015b ; ADEME 2016). On parle alors d’éco-conception de produit. Celle-ci se différencie de la conception standard par cinq caractéristiques : l’approche multi-étapes (AFNOR 2002c ; 2006), l’approche multi-impacts (AFNOR 2002b), l’approche multi-niveaux (Teulon 2014), l’interdisciplinarité (ADEME 2016) et l’iso-qualité (ADEME 2016). Pour accompagner cette nouvelle démarche, de nouvelles méthodes et de nouveaux outils sont développés pour accompagner les concepteurs. Ces méthodes et outils peuvent être utilisés aux étapes d’analyse en permettant de définir des éco-profilés des produits étudiés (Fussler et James 1996 ; Han Brezet 1997) ou des approches matricielles (AFNOR 1998 ; H. Brezet et Van Hemel 1997). Des méthodes et outils d’évaluation proposent une quantification des impacts du produit à travers des analyses du cycle de vie, complètes ou simplifiées (AFNOR 2006). Pourtant, malgré le nombre important de méthodes et d’outils pour soutenir l’éco-conception (Rousseaux et al. 2017), peu sont identifiés comme utilisables en étape de génération d’idées. Dans notre état de l’art, nous en retenons trois : les listes de substances (Bellini et Janin 2019), le diagramme PIT (Jones, Stanton, et Harrison 2001) et les *guidelines* (H. Brezet et Van Hemel 1997 ; Van Hemel 1998 ; AFNOR 2002b ; Teulon 2014 ; Issa et al. 2015 ; María D. Bovea et Pérez-Belis 2018 ; Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019). Les listes de substances ont pour objectif d’accompagner les concepteurs dans leur choix de conception. Le diagramme PIT est un outil organisationnel aidant à classer des idées. Seul l’outil *guidelines* a été identifié comme aidant les concepteurs dans leur génération d’idées, en leur proposant des leviers d’éco-conception.

Cette première analyse, orientée sur l’éco-conception, nous a permis de relever un premier levier de recherche : le déficit de méthodes et d’outils pour supporter l’éco-conception durant les phases de génération d’idées du processus de conception de produit.

Pour répondre à cela, nous nous sommes intéressés à un levier permettant la génération d’idées : la créativité. Nous avons tout d’abord défini la créativité ainsi que son processus et nous nous sommes ensuite intéressés aux laboratoires d’innovation industriels, lieu dédié à la créativité qui voit le jour dans les entreprises depuis quelques années. Ces

laboratoires s'appuient sur trois piliers : un lieu spécifique, une équipe hétérogène et des méthodes et outils (Merindol et al. 2016). Une des méthodes mise en place est l'organisation de sessions de co-créativité (Sanders et Stappers 2008 ; Lobbé 2018). Ces sessions ont pour objectif d'accompagner les équipes projets dans leur résolution de problèmes. Elles sont organisées par un facilitateur qui intervient au cours des trois phases de la session : la préparation, l'idéation et l'implémentation, en mettant en place des méthodes et outils de créativité, en planifiant la session, en dirigeant la dynamique de groupe, en assurant son suivi, etc. (Ackermann 1996 ; T. Nelson et McFadzean 1998 ; Macaulay 1999 ; McFadzean 2002 ; Poupard et Saget 2018). En nous immergeant dans un laboratoire d'innovation industriel pendant près de cinq ans (stage de fin d'études, contrat court et thèse de doctorat), ainsi qu'en participant à plus d'une centaine de sessions de co-créativité, nous avons pu affiner notre état de la littérature par une analyse des pratiques. Nous avons étudié les méthodes et outils de créativité utilisés actuellement dans ce laboratoire, avons cherché à analyser les sessions à travers la mise en place d'indicateurs. Cette seconde analyse orientée sur la créativité et notre immersion en laboratoire d'innovation industriel nous ont permis de soulever deux nouvelles problématiques. La première est en accord avec celle soulevée par notre état de l'art : le déficit de méthodes et d'outils pour supporter l'éco-conception durant les phases de génération d'idées du processus de conception de produit et notamment en session de co-créativité. De nombreux outils sont utilisés pendant ces sessions, des planches d'inspiration (Garner et McDonagh-Philp 2001; Lobbé 2018), des *brainstorming* (Osborn 1953), des mises en situation (Pruitt et Adlin 2006 ; Barré et al. 2014), des matrices de choix (Parmentier et Guallino 2015; Martin et Hanington 2013), des *benchmarks* (V. Kistowski et al. 2015) , ... mais aucun n'est réellement conçu pour prendre en compte les enjeux environnementaux actuels. La seconde problématique concerne le déficit d'indicateurs pour analyser l'apport d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil dans une session de co-créativité. En effet, de nombreux critères existent dans la littérature (T. M. Amabile 1988 ; Csikszentmihalyi 1996 ; T. Brown 2010 ; Gillet et de Maillard 2019 ; Paulus, Dzindolet, et Kohn 2012 ; Minvielle, Lauquin, et Wathelet 2019) mais ne sont ni identifiés ni regroupés comme indicateurs d'analyse des sessions. Cet état de l'art permet de répondre à notre premier objectif en proposant une analyse critique des méthodes et outils pour favoriser l'éco-conception, au sein d'un laboratoire d'innovation dans le cadre d'une activité B2B dans un groupe international. De plus, il permet de soulever deux leviers qui permettront de répondre à notre problématique initiale : « quels méthodes et outils déployer au sein d'un laboratoire d'innovation d'un groupe industriel international pour soutenir une démarche d'éco-conception ? ».

Le premier levier est le déficit de méthodes et d'outils pour supporter l'éco-conception durant les phases de génération d'idées du processus de conception de produit et notamment en session de co-créativité. Ce levier est identifié comme le deuxième objectif de notre recherche : proposer de nouvelles méthodes et outils permettant de répondre à la problématique soulevée autour de l'éco-conception.

Le second levier est le déficit d'indicateurs pour analyser l'apport d'une nouvelle méthode ou d'un nouvel outil dans une session de co-créativité. Il nous amène à un troisième objectif : quantifier précisément l'apport des méthodes et outils proposés en termes d'éco-créativité sur les pratiques d'un laboratoire d'innovation industriel.

Nous avons répondu à ces deux objectifs en proposant un outil d'éco-créativité, l'Eco-Booster, ainsi qu'en concevant une méthodologie d'analyse des sessions de co-créativité MAELI.

6.1.2. SYNTHESE SUR LA PROPOSITION D'UNE METHODOLOGIE D'ANALYSE DE L'ECO-CREATIVITE EN LABORATOIRE D'INNOVATION : MAELI

Pour répondre à notre objectif de quantifier précisément l'apport de nouvelles méthodes et de nouveaux outils sur les pratiques d'un laboratoire d'innovation industriel, nous avons conçu une méthodologie complète d'analyse des sessions de co-créativité. En effet, aujourd'hui dans la littérature, nous ne retrouvons que quatre indicateurs identifiés comme permettant d'analyser une session (Shah, Smith, et Vargas-Hernandez 2003 ; B. A. Nelson et al. 2009) : la quantité des idées générées, leur qualité, ainsi que leur variété et leur nouveauté. Pourtant, de nombreux écrits référencent les éléments influençant les sessions de co-créativité que ce soit en termes de dynamique de groupe (T. M. Amabile 1988 ; Csikszentmihalyi 1996 ; Paulus, Dzindolet, et Kohn 2012), d'utilisation des méthodes et outils (Minvielle, Lauquin, et Wathelet 2019), de méthode de facilitation (Ackermann 1996), ... Cependant, ils ne sont pas identifiés comme indicateurs d'analyse. De plus, les quatre indicateurs actuellement proposés n'arrivent qu'en fin du processus de créativité. Pourtant, notre état de l'art nous a montré que la créativité suit un processus complet (Graham Wallas 1926 ; Gelb 1996 ; T. Amabile 1996 ; Bonnardel 2009) commençant par une phase de préparation, identifiée comme la phase la plus importante, puis une phase d'idéation, où s'inscrivent les sessions de co-créativité et une phase d'implémentation.

Nous avons donc proposé une méthodologie d'analyse complète regroupant les différents indicateurs influençant les sessions de co-créativité et la créativité que nous avons identifiés dans la littérature. Afin d'affiner et de compléter cette méthodologie, nous avons également intégré un laboratoire d'innovation industriel en immersion totale pendant cinq années. Cet état de l'art et cette immersion nous ont permis de concevoir MAELI en identifiant 55 indicateurs et en proposant des supports de recueil et un guide d'utilisation. Parmi les indicateurs, six sont liés à l'éco-conception. En effet, notre objectif étant de quantifier l'apport d'une méthode et d'un outil en termes d'éco-créativité, des indicateurs liés au domaine de l'éco-conception sont primordiaux. Nous proposons donc trois critères en phase de préparation permettant de s'assurer que la session n'a pas d'objectif initial de prise en compte des impacts environnementaux. Un critère en étape d'idéation permet de compter le nombre d'outils d'éco-créativité proposés. Deux critères en phase d'implémentation vont permettre de quantifier l'apport de l'outil d'éco-créativité d'un point de vue du domaine de l'éco-conception. Le premier critère va répertorier, en fin de session, les idées développées considérées comme respectueuses de l'environnement. Un second critère vise à analyser si les participants ont pris en compte les enjeux environnementaux au cours du développement des idées.

Afin de valider cette méthodologie pour la suite de notre recherche, nous l'avons testée sur treize sessions de co-créativité possédant des caractéristiques différentes. Ces tests nous ont permis d'affiner nos indicateurs et d'identifier les limites de notre méthodologie mais également des perspectives d'amélioration.

6.1.3. SYNTHESE SUR LA PROPOSITION D'UN OUTIL D'ECO-CREATIVITE : L'ECO-BOOSTER

Le second levier de recherche que nous avons pu identifier dans l'état de l'art est le déficit de méthodes et outils pour soutenir l'éco-conception en étape de génération d'idées en laboratoire d'innovation. Pour répondre à cette problématique, nous avons proposé de concevoir un outil d'éco-créativité. Pour concevoir cet outil, nous avons suivi le processus de conception de produit que nous avons retenu dans notre manuscrit, avec une première itération de conception préliminaire et une seconde itération de conception détaillée. Nous avons commencé avec une première itération. Au cours de cette étape nous avons sélectionné une des méthodes et outils d'éco-conception proposés par la littérature : les guidelines. Cet outil est identifié comme pouvant être utilisé en étape de génération, mais également facile d'utilisation et qui répond à trois caractéristiques de l'éco-conception (approche multi-étapes, multi-impacts et multi-niveaux). Cependant, après avoir cherché à l'implémenter dans les pratiques actuelles du *Clean Mobility LAB*, nous avons pu identifier des limites à cet outil. En effet, les utilisateurs de ces *guidelines* ont permis de relever la subjectivité et la difficulté de leur compréhension ainsi que le manque de visualisation. Ces limites permettent de nous positionner sur cet outil et de conclure qu'il n'est pas utilisable sous sa forme actuelle dans les sessions de co-créativité. Nous avons donc mené une seconde itération autour de cet outil. Pour cela, nous avons sélectionné sept listes de recommandations pour réaliser une analyse sémantique (H. Brezet et Van Hemel 1997 ; Van Hemel 1998 ; AFNOR 2002b ; Teulon 2014 ; Issa et al. 2015 ; María D. Bovea et Pérez-Belis 2018 ; Maccioni, Borgianni, et Pigosso 2019). A travers cette analyse sémantique, nous avons pu identifier un champ sémantique de l'éco-conception composé de 16 groupes de noms et de 10 groupes de verbes. Nous avons ensuite matérialisé deux versions d'un outil d'éco-créativité : des cartes et une roue. Ces deux matérialisations ont pu être testées au cours de sessions de co-créativité organisées au *Clean Mobility LAB*. Les tests des outils étaient orientés sur leur expérience d'utilisation à travers des questionnaires donnés aux participants à la suite des sessions. Les questionnaires ont mis en avant une légère préférence pour l'utilisation de la roue. Nous avons donc choisi de conserver cette matérialisation pour notre outil d'éco-créativité final : l'Eco-Booster.

Afin de quantifier précisément l'apport de l'Eco-Booster et de répondre à notre troisième objectif, nous l'avons implémenté dans deux contextes différents et complémentaires : un contexte industriel, à travers les sessions de co-créativité du *Clean Mobility LAB*, et un contexte académique, à travers un hackathon. Pour analyser l'apport de l'Eco-Booster en contexte industriel, nous avons utilisé MAELI. Le recueil des indicateurs nous a permis d'observer des tendances quant aux apports de l'outil. Pour la dimension créative, nous pouvons voir que l'Eco-Booster permet de générer un plus grand nombre d'idées et d'une plus grande variété. Le nombre d'idées développées va varier en fonction du profil de la session. Pour les profils de matérialisation et d'évaluation, le nombre d'idées développées va également augmenter. Cependant pour les sessions de profil matérialisation, le nombre d'idées développées aura tendance à baisser avec l'Eco-Booster. Nous pouvons penser que les participants se questionnent sur la pertinence de développer les idées ce qui amène à baisser leur nombre. Nous nous sommes ensuite intéressés à la dynamique du groupe. Notre analyse met en avant que l'Eco-Booster éveille la curiosité des participants. Ils vont avoir tendance à plus consulter les méthodes et outils à disposition. Cependant, la motivation du groupe va baisser. En effet, le

facilitateur va plus relancer le groupe et moins de participants seront concentrés uniquement sur la session. Les conditions de l'expérimentation peuvent expliquer ce phénomène. L'utilisation forcée de l'outil et le changement de facilitateur implique un changement de dynamique qui peut être ressenti dans la motivation des participants. Pour la dimension éco-responsable, nous pouvons observer que l'Eco-Booster permet d'augmenter la prise en compte de l'environnement dans le développement des idées. Dans les idées développées pendant la session, nous retrouvons plus de verbatims issus du champ sémantique de l'éco-conception. De plus, quand nous regardons le niveau d'éco-responsabilité des idées développées, nous remarquons, que lorsque les verbatims des arguments mis en avant sont pris en compte, nous n'avons plus d'idées considérées comme neutres. Les idées sont systématiquement positionnées en tant qu'idées éco-responsables ou non éco-responsables.

Dans notre seconde expérimentation, nous avons pu analyser la prise en compte de l'environnement par les utilisateurs de l'Eco-Booster sur un processus de conception dans son ensemble à travers l'analyse de solutions générées, de solutions retenues et de solutions présentées au cours d'un hackathon sur dix-sept projets. A travers l'analyse des verbatims, nous remarquons que l'utilisation de l'Eco-Booster a un impact sur la prise en compte de l'éco-responsabilité à l'étape de génération et de présentation. Ces deux étapes montrent un nombre de verbatims autour de l'éco-conception plus élevé quand l'Eco-Booster est utilisé. Sur la dimension créative, nous avons analysé la quantité d'idée générées, leur qualité et leur nouveauté. L'analyse de ces critères a montré que l'Eco-Booster permettait de générer un plus grand nombre d'idées et que, parmi ces idées, moins d'idées non originales étaient générées. Cependant, l'expérimentation n'a pas montré d'impact significatif sur la qualité de celles-ci.

Cette seconde expérimentation nous a également permis d'obtenir un retour d'expérience sur l'utilisation de l'outil. Des personnes avaient la charge de l'animation de l'Eco-Booster et d'autres l'ont simplement utilisé ce qui nous a permis d'obtenir différents retours à travers des questionnaires. Les animateurs ont donné une évaluation positive à l'expérience d'animation. De plus, ils ont trouvé la compréhension de l'outil plutôt facile. C'est également le cas des utilisateurs qui ont compris la dimension éco-créative de l'outil et le contenu de celui-ci. Cependant, une légère difficulté est relevée sur la compréhension de certaines combinaisons.

Cette recherche nous a permis de répondre à nos trois objectifs initiaux. Nous avons tout d'abord mené une analyse critique des méthodes et outils d'éco-conception et des pratiques des laboratoires d'innovation à travers notre état de l'art. Puis nous avons proposé un nouvel outil de créativité pour supporter l'éco-conception en concevant un outil d'éco-créativité : l'Eco-Booster. Nous avons pu ensuite précisément quantifier son apport en développant une méthodologie d'analyse spécifique.

Ces différents résultats nous ont permis de répondre à notre problématique mais montrent également des perspectives de recherche afin de les approfondir.

6.2. PERSPECTIVES DE RECHERCHES

Afin de conclure cette recherche, nous proposons de discuter autour de trois perspectives de recherche. Nous proposerons, tout d'abord, d'enrichir l'Eco-Booster avec un ensemble de méthodes et d'outils permettant de l'accompagner. Nous nous intéresserons ensuite à un enjeu primordial de l'éco-créativité et de l'éco-conception : l'acculturation des équipes de conception à cette problématique. Puis nous finirons par mettre en perspective notre recherche avec les conjonctures actuelles et la prise en compte grandissante des questions environnementales.

6.2.1. PROPOSITION D'UN ENSEMBLE DE METHODES ET D'OUTILS POUR ACCOMPAGNER L'Eco-BOOSTER

L'outil d'éco-créativité que nous proposons aujourd'hui, l'Eco-Booster, est un outil utilisable au cours des étapes de conceptualisation des sessions de co-créativité. Il serait intéressant de proposer des outils complémentaires à l'Eco-Booster pour enrichir les autres étapes du processus de co-créativité, et même celles du processus de conception de produit dans son ensemble.

Si nous regardons, tout d'abord, du point de vue des sessions de co-créativité et des méthodes et outils utilisés (présentés en partie 2.4.4.3), nous avons pu voir qu'il existe différentes typologies de méthodes et d'outils : des méthodes et outils d'exploration, d'idéation et d'évaluation. L'Eco-Booster s'intègre dans les outils d'idéation en

accompagnant les participants dans leur génération d'idées. Mais, afin d'avoir un panel d'outils supportant l'éco-conception tout le long d'une session, il serait intéressant d'accompagner l'Eco-Booster avec des outils d'exploration et des outils d'évaluation. Pour les outils d'exploration, on pourrait demander au leader technique de la session de co-créativité, de réaliser un éco-profil du produit concerné pendant la phase de préparation. Cela permettrait aux participants de la session d'avoir une représentation de l'éco-responsabilité du produit étudié. De plus, pour chacune des idées développées, un éco-profil de l'idée pourrait être réalisé pour comparer l'évolution de la prise en compte de l'environnement dans la conception du produit avant et après la session. Cela pourrait également servir d'outils d'évaluation des idées et accompagner les concepteurs et les équipes projets dans leurs choix finaux. Pour les méthodes et outils d'évaluation, nous pouvons également proposer des matrices de choix ou des outils de classification spécifiques. En s'inspirant d'outils de la littérature (Teulon 2014), des diagrammes à deux axes pourraient permettre d'évaluer de manière qualitative le respect de l'environnement de l'idée en fonction d'un critère défini par le leader technique en amont par exemple. L'utilisation de ces différentes méthodes et de ces différents outils permettraient d'avoir une prise en compte des enjeux environnementaux et de soutenir l'éco-conception sur la totalité de la phase d'idéation des sessions de co-créativité.

Si nous mettons en perspective l'Eco-Booster dans le processus d'éco-conception de produit, comme illustré en Figure 66, nous nous rendons compte que l'Eco-Booster est un outil dans l'ensemble du processus. En effet, il intervient en phase de conceptualisation des sessions de co-créativité qui prennent place le plus souvent en étape de génération du processus de conception. Accompagner l'Eco-Booster par d'autres méthodes et outils d'éco-conception pourrait permettre une meilleure prise en compte de l'environnement de la part des concepteurs une fois la session de co-créativité terminée.

Cela permettrait également de répondre à une problématique essentielle que nous avons pu soulever pendant notre recherche : la porosité entre le laboratoire d'innovation et le reste des pratiques de l'entreprise. Aujourd'hui, l'équipe du laboratoire d'innovation que nous avons intégré a un impact sur les idées qui sont générées et développées pendant les sessions de co-créativité, en proposant des méthodes et outils, en mettant à disposition ses compétences, ses ressources et son matériel. Cependant, quand les équipes projets finissent la session et repartent avec leurs idées développées, il est difficile pour le laboratoire d'assurer un suivi des idées et d'influer sur le développement de celles-ci. Par exemple, sur les cinq ans d'activité du Clean Mobility LAB, ce n'est pas moins de 4 000 idées qui ont été générées en étapes de conceptualisation des sessions et 1 000 idées développées en phase de matérialisation. Pour permettre ce lien entre le laboratoire et le reste des pratiques, mais également pour assurer un suivi sur la prise en compte de l'environnement dans le développement des idées, une des solutions pourrait être de proposer un ensemble de méthodes et d'outils d'éco-conception à la fin des sessions pour les équipes projets.

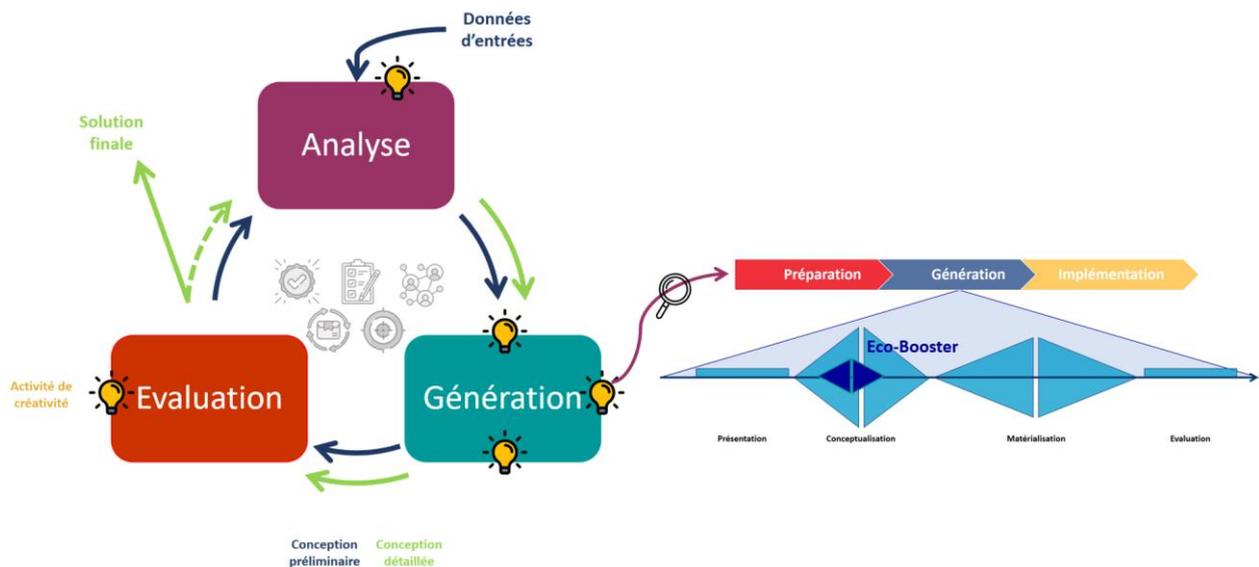


Figure 66 : Positionnement de l'Eco-Booster dans le processus complet d'éco-conception de produit

Sur le modèle des nombreuses « boîtes à outils » existantes, que ce soit en *Design Thinking* (Lewrick et al. 2021 ; Brunet 2023), en création d'entreprise (Léger-Jarniou et Kalousis 2023) ou encore en innovation (Benoit-Cervantes 2016), ou en s'inspirant de ce qui a déjà pu être réalisé en éco-conception (Schiesser 2012), il pourrait être intéressant de

proposer une boîte à outils, pour chacune des étapes du processus de conception de produit que nous avons identifiées.

Le kit pourrait se composer :

- d'un Eco-Booster au format individuel. Il permettrait aux concepteurs d'avoir à disposition le champ sémantique de l'éco-conception et d'avoir un outil d'éco-créativité à disposition pour la recherche de nouvelles idées,
- d'un outil informatif sur les matériaux, les processus, les fournisseurs, etc. En prenant la forme d'une liste de substances et en répertoriant et en comparant les matériaux, les processus, les fournisseurs, etc. en fonction de leurs caractéristiques et de leurs impacts environnementaux,
- d'un outil simplifié permettant de quantifier les impacts d'un concept quand la conception commence à devenir détaillée,
- des supports de méthodes et outils d'évaluation rapides des idées ou des concepts développés comme une matrice MET (H. Brezet et Van Hemel 1997) ou une matrice ESQCV vierge (AFNOR 1998).

La transmission d'un tel kit aux équipes permettrait qu'ils aient à disposition tout le long de leur conception des méthodes et des outils d'éco-conception. De plus, cela permettrait de les sensibiliser à la prise en compte des enjeux environnementaux et d'augmenter le niveau d'acculturation de l'entreprise.

6.2.2. MISE EN PLACE DE METHODES ET D'OUTILS POUR LA PHASE D'ACCULTURATION

En parallèle de méthodes et outils dédiés au processus de conception de produit, il serait également pertinent de renforcer le déploiement des méthodes et des outils d'acculturation. On définit l'acculturation comme :

Acculturation : processus à travers lequel un groupe adopte de nouveaux modèles culturels (Satia-About a 2003)

Comme l'indique la définition, l'acculturation se mesure au niveau d'un groupe. Cela se traduit par le niveau de sensibilisation d'un groupe pour une nouvelle approche. Cette acculturation va jouer un rôle important dans la mise en place d'une nouvelle méthode, d'un nouvel outil ou même d'une nouvelle manière de concevoir. L'acculturation peut se diviser en quatre niveaux (Amin 2012) :

- **L'intégration** : le groupe adopte le nouveau modèle culturel tout en maintenant sa culture d'origine,
- **L'assimilation** : le groupe adopte le nouveau modèle culturel en abandonnant sa culture d'origine
- **La séparation** : le groupe évite volontairement le nouveau modèle culturel et conserve sa culture d'origine,
- **La marginalisation** : le groupe perd sa culture d'origine et n'adopte pas non plus le nouveau modèle culturel.

L'objectif d'une entreprise est donc d'atteindre un niveau d'acculturation entre l'intégration et l'assimilation en fonction des objectifs à atteindre.

Dans le cas de notre recherche, nous cherchons plutôt à atteindre une acculturation d'intégration. En effet, nous souhaitons que l'éco-conception soit prise en compte, sans pour autant totalement modifier les pratiques de l'entreprise et de son laboratoire d'innovation. Pour cela, de nombreux méthodes et outils peuvent être mis en place. Ils peuvent prendre la forme d'événements d'entreprise officiels comme des formations, des conférences, des journées thématiques, etc. Ces méthodes et outils peuvent également être plus diffus, comme à travers des jeux ou des *ice-breaker* orientés éco-responsabilité, des affichages, ...

Ainsi, tout au long de notre recherche, nous avons pu participer à l'acculturation de l'entreprise dans laquelle nous nous sommes immergés. Nous avons développé six formations autour de l'éco-conception et de la réduction des impacts environnementaux. Nous avons développé des outils simplifiés afin de supporter l'éco-conception. Pour cela, nous avons tout d'abord développé une checklist commune à l'entreprise permettant d'évaluer de manière qualitative le potentiel éco-responsable d'un produit. En parallèle, nous avons aussi conçu un outil d'Analyse du Cycle de Vie simplifié des produits, qui calcule l'impact en CO_{2eq} d'un produit sur la base de sa nomenclature. Nous avons également pu organiser une journée dédiée à ce thème, avec des jeux, une conférence sur l'éco-innovation en entreprise, des expositions, ...

Bien que tous ces éléments aient été mis en place, nous n'avons pas pu mesurer leur impact sur nos expérimentations et notre contexte de recherche. En effet, il reste difficile d'évaluer l'impact des méthodes et outils d'acculturation sur une entreprise, et encore plus dans un groupe international. Les actions que nous avons mises en place sont à l'échelle

du site, c'est-à-dire d'un lieu précis de l'entreprise et non de l'entreprise dans sa globalité. Pourtant, des initiatives sont prises ailleurs et le niveau d'acculturation d'une entreprise va se mesurer en fonction du niveau d'acculturation des différents sites. L'objectif va être que les différents sites aient un niveau d'acculturation minimal. Pour cela, il semble nécessaire d'impliquer des disciplines transverses telles que les ressources humaines ou la communication, et de proposer des méthodes et outils au niveau du groupe et non du site. Afin de mesurer l'impact de ces méthodes et outils, une solution pourrait être d'évaluer par exemple le nombre de salariés ayant reçu les formations ou ayant participé à ces événements, pour obtenir un pourcentage d'acculturation ou encore d'assurer un suivi des événements et actions ayant lieu en ce sens. Au cours de notre recherche, nous n'avons pas pu mesurer cela, nous connaissons le nombre de personnes ayant pris part à des méthodes et outils d'acculturation, mais de nombreuses rotations de salariés sont faites et un suivi quantitatif précis de l'acculturation n'a pu être réalisé. De plus, nous avons pu nous rendre compte que les personnes qui assistent à ces formations ou ces différents événements sont généralement les mêmes, ce qui crée un décalage dans le niveau d'acculturation de l'entreprise. Des personnes vont être fortement sensibilisées et d'autres non. Les questions qui se posent donc ensuite sont de savoir s'il faut rendre ces méthodes et ces outils obligatoires ou sur la base du volontariat, et quel impact cela aura sur le résultat recherché concernant l'augmentation du niveau d'acculturation de l'entreprise. De plus, un autre élément primordial à prendre en compte dans l'acculturation est la résistance au changement (Coch et French. Jr. 1964 ; Rozenzweig et Rozenzweig 2008 ; Lauzier et Lemieux 2018 ; Guilmoit 2016). La résistance au changement est due principalement à deux situations (Pesqueux 2020) :

- Le changement vient bouleverser les habitudes des individus,
- Les individus ne comprennent pas les raisons des évolutions.

Afin d'éviter ces situations, une des solutions pour réduire cette résistance est que les salariés prennent part au changement et en soient acteurs (Marsan 2008).

L'acculturation permet d'avoir la prise en compte d'un nouveau modèle, dans notre cas l'éco-conception, au niveau d'un groupe. Cependant, un groupe est composé d'individus et il semble intéressant de prendre également en compte ce niveau individuel. Dans ce cas, on parlera de *mindset*.

6.2.3. IMPORTANTANCE DU MINDSET EN ECO-CREATIVITE

Si l'on s'intéresse à un niveau plus individuel, le *mindset* des personnes peut avoir un impact sur leur éco-créativité mais également sur leur prise en compte de l'environnement tout au long du processus de conception de produit.

On définit le *mindset* comme :

Mindset : état d'esprit. Par exemple, pour une personne avec un esprit créatif, on parlera de *mindset* créatif (Larousse 2022).

Dans notre cas, nous nous intéressons au *mindset* éco-responsable des individus et donc à leur disposition à prendre en compte la dimension environnementale dans leurs pratiques. En effet, de nombreuses études montrent que le *mindset* des personnes aura un impact sur les résultats obtenus (Cutts et al. 2010 ; Puente-Díaz et Cavazos-Arroyo 2017 ; Zingoni et Corey 2017 ; Kouzes et Posner 2019 ; Yeh, Ting, et Chiang 2023). En prenant exemple sur le *Design Thinking* (Brenner, Uebernickel, et Abrell 2016), l'éco-conception est un processus mais également un état d'esprit. En effet, le *Design Thinking*, en plus de son processus, s'appuie sur des principes forts comme « *Fail often and early* » ou « *Innovation is made by humans for humans* ». Ces principes permettent de définir un *mindset*.

Dans le cas d'un *mindset* éco-responsable, la disposition à prendre en compte la dimension environnementale va dépendre de la personne, de sa sensibilité, de son engagement, de son niveau de connaissance sur le sujet. Or, après différentes recherches, bien qu'il existe des méthodes pouvant prendre la forme de questionnaires ou d'entretiens (Demircioglu et al. 2011), nous n'avons pas trouvé de méthodes universelles afin de le mesurer et de le quantifier. Il pourrait être intéressant de proposer, comme sur la base des tests de personnalité (Bariff et Lusk 1977; Vasilopoulos et al. 2006), des questionnaires permettant de définir un profil éco-responsable qui nous donnerait une idée du *mindset* de la personne. Cet état d'esprit aura un impact sur les pratiques d'éco-conception de la personne. Et à son échelle individuelle, cette personne pourra influencer sur l'acculturation d'un groupe.

Cependant, l'état d'esprit des gens évolue de manière continue. De plus en plus d'événements marquants liés au changement climatique ont lieu. Le sujet est trois fois plus abordé dans les journaux télévisés français que dans les années 1990 (Quinton, Poels, et Lefort 2020), des manifestations sont organisées, etc. Tous ces événements extérieurs

peuvent influencer le *mindset* des personnes de manière positive ou négative. Depuis peu, on entend parler d'un nouveau phénomène : l'éco-anxiété (D. A. Desbiolles 2020 ; A. Desbiolles et Galais 2021). Nous pouvons définir l'éco-anxiété comme :

Eco-anxiété : « état psychologique d'inquiétude non spécifique lié aux connaissances et représentations des implications des changements environnementaux sur soi, sur l'avenir de la planète et des autres » (Albrecht 2011).

Aujourd'hui, des études montrent que près de 50% des jeunes (16-25 ans) sont considérés comme éco-anxieux (Garric 2021). Cela se traduit par des manifestations variées qui peuvent être plus ou moins sévères et aller jusqu'à des insomnies chroniques, des états dépressifs, des troubles anxieux, des comportements alimentaires compulsifs ou des addictions (Berry et al. 2018 ; Pihkala 2019 ; Jalin et al. 2022). De plus, l'éco-anxiété peut être accentuée par le travail (Sutter, Michot, et Steffan 2023) et dans ce cas, augmenter le nombre de démissions ou de *burn-out* dans une entreprise.

L'entreprise a donc un rôle majeur à jouer dans l'éco-anxiété de ses salariés. Cependant, cela reste une notion compliquée à prendre en compte et peut poser des problèmes d'éthique. Le *mindset* des personnes fait partie de leur psychologie et est en lien très étroit avec leur vie privée. Se pose alors la question de la limite entre la vie privée et la vie professionnelle et jusqu'à quel point l'influence de l'une sur l'autre est tolérable. L'entreprise peut influencer sur le *mindset* des gens pour les mettre dans les meilleures dispositions possibles en vue d'une acculturation. Cependant, l'entreprise ne peut pas influencer sur la vie privée de ses salariés. L'entreprise aura alors plutôt comme rôle d'accompagner les personnes à agir, à leur échelle et avec leur moyen, à l'image du colibri dans la légende amérindienne.

Un jour, dit la légende, il y eut un immense incendie de forêt. Tous les animaux terrifiés, atterrés, observaient impuissants le désastre. Seul le petit colibri s'activait, allant chercher quelques gouttes avec son bec pour les jeter sur le feu. Après un moment, le tatou, agacé par cette agitation dérisoire, lui dit : « Colibri ! Tu n'es pas fou ? Ce n'est pas avec ces gouttes d'eau que tu vas éteindre le feu ! »

Et le colibri lui répondit : « Je le sais, mais je fais ma part. »

ANNEXES

ANNEXE I : SUPPORTS DE MAELI

ANNEXE II : SUPPORTS DE MAELI « HOW TO »

ANNEXE III : PLAN DE L'ECO-BOOSTER

ANNEXE IV : GUIDE D'ANIMATION DE L'ECO-BOOSTER



Preparation co-creativity session – MAELI



Preparation time
Team FabLab:
Team Design:
Team Creativity:



Creation of new tools
 Yes
 No



Tools
 Moodboard
 Creativity cards
 User Journey Map
 Persona



Preparation co-creativity session – MAELI

Following session :

Technical leader :

Dates of the meeting :

The problematic : (How to ... ?)

Criteria :

-
-
-

Key Words (4 Maximum) :

The objectives of the project : At the end of the workshop, we would like ...

Needed ?

- Patent analysis
- Benchmarking
- Definition of the product and specifications
- Results of previous analysis
- 3D/2D Models
- Existing parts
- Presentation 1h
- ...
- ...
- ...

Division:

Profile of the session

- Sharing Conceptualization
- Materialization Evaluation

Innovation

- Product Process Organization
- Radical Incremental
- Technology Usage Environment

Grille d'observation workshops

  Organisation de la session	Le leader technique prend le lead sur le facilitateur		<ul style="list-style-type: none"> • Activité / outil ajouté • Temps ajouté / enlevé • Pourquoi ?
	Point d'animation facilitateur / leader technique		
	Ajoute une activité		
	Prolonge / Réduit le temps d'une activité		
	Doit relancer le groupe		
	Gère un imprévu (participant absent, impératif horaire,...)		
    Dynamique du groupe	Arrive en retard		<ul style="list-style-type: none"> • Ambiance du groupe • Personnalités fortes • ...
	Mène plusieurs activités en même temps		
	Interrompt sa participation (réunion, call,...)		
	Intervient, pose des questions, fait des remarques, est volontaire		
	Consulte le mur d'idées		
	Rebondis sur les idées des autres		
    Utilisation des outils	Equipe du CMLAB présente au workshop		<ul style="list-style-type: none"> • Qui est sollicité dans l'équipe du CMLAB ? • Différents participants utilisent les outils ou toujours les mêmes ?
	Equipe du CMLAB sollicitée		
	Va voir les outils LAB à disposition		
	Va voir les planches de synthèse à disposition		
	Retourne voir les outils		
	Manipule les outils		

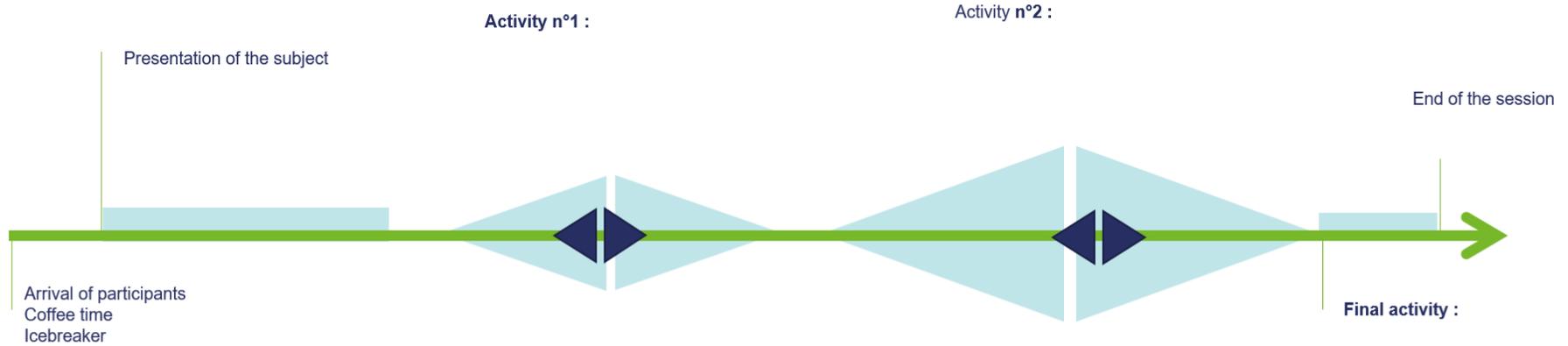


Session planning

Language:
Leader laboratory:
People in the team:
People in the laboratory team:

Organization
 Hybrid
 Presential
 Distancial

Duration of the session
 ½ day
 1 day
 1 week
 other :



Stimulus activity
 Creativity Cards
 Worst Idea
 Crazy 8

Stimulus activity
 Creativity Cards
 Worst Idea
 Crazy 8



1





SUIVI DE LA SESSION

Leader technique de la session:

Problématique :

Date de la session:

Date de suivi :

Retours session

Suivi des idées

Approche éco-innovation



Title :



● Author(s) :

● Sketch(s) :

● Description :



N° :

Date :

Vote :





Preparation co-creativity session – MAELI



Describe the planning of the session : activity, tools and methods with the time dedicated to each one



Complete with the numbers of hours spend by each competences during the preparation step



Preparation time

Team FabLab:
Team Design:
Team Creativity:



Select yes if the LAB team had to create a new tool (not in the LAB portfolio yet)

Creation of new tools

Yes
 No



Select the tools to be prepared by the LAB team + add the tools if they are not written in the list

Tools

Moodboard
 Creativity cards
 User Journey Map
 Persona



Preparation co-creativity session – MAELI

Following session : Reference of the last session



Technical leader : Names of the leader technique

Dates of the meeting : Different dates of the preparation meeting

The problematic : (How to ... ?) Problematic defined by the technical leader and the facilitator

Criteria : Criteria defined to evaluate final solutions. If the criteria are not defined during the preparation phase do not complete it and add them when they are defined

Key Words : Key word of the session defined by the facilitator

The objectives of the project : Objectives to be reach at the end of the session
And objectives of the project

Needed ?

- Patent analysis
- Benchmarking
- Definition of the product and specifications
- Results of previous analysis
- 3D/2D Models
- Existing parts
- Presentation 1h
- ...
- ...
- ...

Select the tools to be prepared by the technical leader + add the tools if they are not written in the list

Selects the characteristics corresponding to the session

Division: Industry division

The step of the project

- Fueling IPMS PMS Série

Innovation

- Product Process Organization
- Radical Incremental
- Technology Usage Environment



Observation session grid

Session organization			
Session organization	The technical leader takes the facilitator role	Yes or no. Precise when it's happened in the session if you can.	
	Quick review between facilitator and technical leader	Number of quick review.	
	Facilitator adds an activity	Number of activities added. Precise why if you can.	
	Add or reduce time to an activity	Times the facilitator had to add or remove time from an activity. Precise why if you can.	
	Need to revitalize the group	Times the facilitator had to revitalize the group. (Speak, action, moves)	
	Manage an unexpected event	Number of unexpected event. Precise them.	
			<ul style="list-style-type: none"> Activity / tools / methods added Time added / removed Why ?
Group dynamic	Be late	Number of times people late at the beginning of the session or after a break.	
	Manage several activity in the same time	Number of times people doing something else during the session (mail, on the phone, ...).	
	Stop his/her participation	Number of times people stopping his/her participation at the session.	
	Takes part, asks questions, makes remarks, volunteers	Number of times people takes part of the presentation (only during the presentation step).	
	Visit the idea wall	Number of times people visit the idea wall.	
	Bounce off others' ideas	Number of times an idea presented bring a new idea after the intervention of someone (only during the presentation step).	
			<ul style="list-style-type: none"> Group atmosphere Strong personalities ...
Tools use	CMLAB Team is present at the session	Yes or no. Precise which competences is present (design and/or fablab).	
	CMLAB team requested	Number of times a participant request the competencies of the CMLAB Team.	
	Consult creativity tools	Number of people consulting the creativity tools.	
	Consult technical tools	Number of people consulting the technical tools.	
	Consult again the tools	Number of times people consulting again any tools.	
	Handles tools	Number of people handling tools.	
			<ul style="list-style-type: none"> Who is involved in the CMLAB team? Different participants use the tools or always the same ones?



ANNEXE III : PLAN DE L'ECO-BOOSTER

Tous les éléments relatifs à l'Eco-Booster sont disponibles sur le site web de Play&Pulse.

<https://openlab.utbm.fr/play-n-pulse/>

Guide d'animation de l'Eco-Booster

Outil pour favoriser l'éco-créativité





Qu'est-ce que l'Eco-Booster



L'Eco-Booster est un outil qui supporte l'éco-créativité¹ en phase d'idéation d'un projet.

Il a pour objectif de :

- stimuler la créativité des participants
- favoriser la génération d'idées plus respectueuses de l'environnement.
- Être compréhensible et utilisable facilement par ses différents utilisateurs (animateur et participants).

L'objectif de ce guide est de vous permettre de savoir comment utiliser et animer cet outil de manière autonome en session de créativité.



¹On définit l'éco-créativité comme la génération d'idées utiles, nouvelles et respectueuses de l'environnement.



Une session d'Eco-Booster



Animateur Animatrice

Un animateur / une animatrice
connaissant l'outil

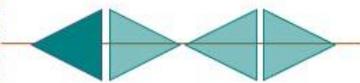
Le guide d'utilisation de l'Eco-Booster vous permettra de devenir animateur de celui-ci



Quand

En phase d'idéation
Quand il faut redynamiser un
groupe en session de créa

L'Eco-Booster s'utilise lors de la
phase de génération d'un projet, en
phase de divergence.



Durée

1h environ

Il faut prévoir 1h environ pour
utiliser l'outil, mais le timing est
adapté en fonction de la dynamique
du groupe et du nombre d'idées
générées (temps du tour de table
non limité).

L'outil s'utilise sur trois tours de
roues, si le groupe génère des idées,
apprécie l'outil, un à deux tours de
roues peuvent être ajoutés.



Participants

Une dizaine de participants



Matériel

Un Eco-Booster
Des post-its / feuille / papier
Des stylos / feutres / crayons
Un chronomètre

Il suffit d'avoir un Eco-Booster, de
quoi écrire (peu importe le support)
et chronomètre pour garder le
temps.





Une session d'Eco-Booster

Déroulement d'une séance



Introduction générale de la séance
Présentation de l'outil et du déroulé
Rappel des règles de la créa



2ème tirage de la roue
Laisser aux participants **3min** pour générer un maximum d'idées avec la combinaison tirée, puis faire un tour de tables des idées générées.



Conclusion sur la séance et les idées générées
Classifier les idées, les combiner, associer à des idées générées avec ou sans outil



1^{er} tirage de la roue
Laisser aux participants **5min** pour générer un maximum d'idées avec la combinaison tirée, puis faire un tour de tables des idées générées.



3ème tirage de la roue
Laisser aux participants **1min** pour générer un maximum d'idées avec la combinaison tirée, puis faire un tour de tables des idées générées.





Pour aider l'animateur

¹ Toutes les définitions sont issues du dictionnaire Larousse
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

Sur la roue intérieure	Traduction	Définitions ¹	Pour illustrer
Optimise	Optimiser	Donner à quelque chose, à une machine, à une entreprise, etc., le rendement optimal en créant les conditions les plus favorables ou en en tirant le meilleur parti possible	  
Increase	Augmenter	Rendre quelque chose plus grand, plus considérable ; accroître, grossir	
Reuse	Réutiliser	Utiliser de nouveau	
Repair	Réparer	Remettre en état ce qui a subi un dommage, une détérioration	
Reduce	Réduire	Diminuer quelque chose, le ramener à une dimension moindre, en diminuer la valeur, l'importance	
Recycle	Recycler	Soumettre un produit à une opération de recyclage	
Modify	Modifier	Changer quelque chose, lui donner une autre orientation, un autre aspect, y apporter des rectifications, des ajustements, etc.	
Facilitate	Faciliter	Rendre quelque chose facile ou plus facile à quelqu'un	
Design	Concevoir	Élaborer quelque chose dans son esprit, en arranger les divers éléments et le réaliser ou le faire réaliser	
Collect	Collecter	Faire une collecte de choses, les recueillir	
Choose	Choisir	Sélectionner quelque chose, quelqu'un avec soin	



Pour aider l'animateur

¹ Toutes les définitions sont issues du dictionnaire Larousse
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>

Sur la roue extérieure	Traduction	Définitions ¹
Transport	Transport	Manière de transporter, de porter d'un lieu dans un autre
Production	Production	Ensemble de moyens qui aboutissent à la création d'un bien nouveau ou d'un service
Multipurpose	Multifonctions	Se dit d'un appareil remplissant à lui seul plusieurs fonctions
Materials	Matériaux	Matières d'origine naturelle ou artificielle qui entrent dans la construction d'un produit
Impacts	Impacts	Effet produit par quelque chose ; contrecoup, influence
Environment	Environnement	Ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins
Energy	Energie	Puissance qui permet à quelque chose d'agir ou de réagir
Efficiency	Efficacité	Caractère de ce qui est efficace ; effet, action utile
Durability	Durabilité	Qualité de ce qui est durable
Consumption	Consommation	Action, fait de consommer un produit, une matière, de les utiliser comme source d'énergie ; quantité consommée pendant un certain temps
Component	Composants	Qui entre dans la composition ; qui sert à composer
Waste	Déchet	Perte, partie irrécupérable de quelque chose
User	Utilisateur	Personne, groupe qui fait usage de quelque chose, qui utilise un appareil, un service
Volume / Weight	Volume / Poids	Espace occupé par un corps ou défini par des limites ; mesure de cet espace Masse d'un corps

Pour illustrer

			
<i>Energie</i>	<i>Durabilité</i>	<i>Transport</i>	
			
<i>Matériaux</i>	<i>Multifonctions</i>	<i>Volume / Poids</i>	<i>Utilisateur</i>
			
<i>Consommation</i>	<i>Composants</i>	<i>Efficacité</i>	<i>Environnement</i>
			
<i>Impacts</i>	<i>Production</i>	<i>Déchets</i>	



Pour aider l'animateur

Les règles de la créativité

- Différer le jugement
- S'exprimer sans autocensure et encourager les idées des autres
- Soyez concret et visuel
- Rebondir sur les idées des autres, travailler par association

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES PAHL ET BEITZ (PAHL AND BEITZ, 1996)	23
FIGURE 2 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES ULRICH ET EPPINGER (ULRICH AND EPPINGER, 1999)..	24
FIGURE 3 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES LA NORME FD-X50 127	25
FIGURE 4 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT RETENU	26
FIGURE 5 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES HILLEN (HILLEN, 2014)	27
FIGURE 6 : MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT INTERACTIF CENTREE SUR L'OPERATEUR HUMAIN D'APRES LA NORME ISO 9241-210.....	27
FIGURE 7 : NOUVEAU MODELE DE CONCEPTION DE PRODUIT RETENU	28
FIGURE 8 : CYCLE DE VIE SIMPLIFIE D'UN PRODUIT	30
FIGURE 9 : REPRESENTATION SYNTHETIQUE DES CARACTERISTIQUES DE L'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT.....	31
FIGURE 10 : MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES LA NORME ISO 14062	33
FIGURE 11 : MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT D'APRES LE POLE ECO-CONCEPTION (POLE ECO- CONCEPTION, 2017)	34
FIGURE 12 : MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT RETENU	35
FIGURE 13 : EXEMPLE D'UN ECOCOMPASS	39
FIGURE 14 : EXEMPLE D'UNE ROUE DE LIDS	40
FIGURE 15 : EXTRAIT DE L'OUTIL ECOLIZER	44
FIGURE 16 : ILLUSTRATION DU DIAGRAMME DE PIT (JONES, STANTON, ET HARRISON 2001)	45
FIGURE 17 : MODELE DE CREATIVITE D'APRES WALLAS (WALLAS, 1926)	49
FIGURE 18 : MODELE DE CREATIVITE D'APRES GELB (GELB, 1996)	49
FIGURE 19 : MODELE DE CREATIVITE D'APRES AMABILE (AMABILE, 1996)	50
FIGURE 20 : MODELE DE CREATIVITE RETENU	50
FIGURE 21 : MODELE D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT RETENU INTEGRANT LES ETAPES DE CREATIVITE REPRESENTÉES PAR DES AMPOULES.....	51
FIGURE 22 : PROCESSUS DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE	55
FIGURE 23 : REPRESENTATION DES ACTEURS DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE	56
FIGURE 24 : ORGANISATION DES METHODES ET OUTILS DE CREATIVITE	59
FIGURE 25 : EXEMPLE D'UNE MISE EN SITUATION REALISEE DANS LE CADRE D'UNE SESSION DE CO-CREATIVITE	59
FIGURE 26 : EXEMPLE D'UNE PLANCHE D'INSPIRATION REALISEE DANS LE CADRE D'UNE SESSION DE CO-CREATIVITE	60
FIGURE 27 : PROCESSUS SUIVI POUR CONCEVOIR MAELI	66
FIGURE 28 : CHRONOLOGIE DE LA DEMARCHE DE CONCEPTION DE MAELI.....	66
FIGURE 29 : SUPPORT DE RECUEIL DES INDICATEURS DE L'ETAPE DE PREPARATION - LABORATOIRE D'INNOVATION	73
FIGURE 30 : SUPPORT DE RECUEIL DES INDICATEURS DE L'ETAPE DE PREPARATION - LEADER TECHNIQUE.....	73
FIGURE 31 : SUPPORT DE RECUEIL DES INDICATEURS DE L'ETAPE D'IDEATION - PLANNING ET ORGANISATION	74
FIGURE 32 : SUPPORT DE RECUEIL DES INDICATEURS DE L'ETAPE D'IDEATION - GRILLE D'OBSERVATION	74
FIGURE 33 : SUPPORT DE RECUEIL DES INDICATEURS DE L'ETAPE D'IMPLEMENTATION - FICHE IDEE	75
FIGURE 34 : NOUVEAUX ACTEURS DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE	76
FIGURE 35 : DEROULE DES SESSIONS " DE PARTAGE"	77
FIGURE 36 : DEROULE DES SESSIONS " DE CONCEPTUALISATION"	77
FIGURE 37 : DEROULE DES SESSIONS "DE MATERIALISATION"	78
FIGURE 38 : DEROULE DES SESSIONS " D'EVALUATION"	78
FIGURE 39 : ACTIVITE DE CREATION D'UNE LISTE DE RECOMMANDATIONS POUR UN LABORATOIRE D'INNOVATION	91
FIGURE 40 : ECO-BOOSTER MATERIALISATION CARTES	97
FIGURE 41 : ECO-BOOSTER MATERIALISATION ROUE.....	98
FIGURE 42 : DEROULE DE LA SESSION DE CO-CREATIVITE	100
FIGURE 43 : QUESTIONNAIRE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ECO-BOOSTER MATERIALISATION CARTES	102
FIGURE 44 : QUESTIONNAIRE DU RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ECO-BOOSTER MATERIALISATION ROUE	102
FIGURE 45 : VERSION FINALE DE L'ECO-BOOSTER.....	105

FIGURE 46 : DEROULE GENERAL DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE AU <i>CLEAN MOBILITY LAB</i>	115
FIGURE 47 : DEROULE GENERAL DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE AVEC ECO-BOOSTER	116
FIGURE 48 : MOYENNE DU NOMBRE DE VERBATIMS RELEVES PAR IDEE DEVELOPPEE	122
FIGURE 49 : MOYENNE DU NOMBRE DE VERBATIMS RELEVES PAR IDEE DEVELOPPEE DU POINT DE VUE DU LEADER TECHNIQUE.....	122
FIGURE 50 : REPARTITION DES VERBATIMS RELEVES SUR LES IDEES DEVELOPPEES	123
FIGURE 51 : MOYENNE DES IDEES GENEREES EN FONCTION DES TYPOLOGIES DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE ..	124
FIGURE 52 : MOYENNE DES CATEGORIES D'IDEES GENEREES EN FONCTION DES TYPOLOGIES DES SESSIONS DE CO- CREATIVITE	124
FIGURE 53 : MOYENNE DES IDEES DEVELOPPEES EN FONCTION DES TYPOLOGIES DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE	125
FIGURE 54 : VUE D'ENSEMBLE DE L'EDITION 2023 DE L'INNOVATION CRUNCH TIME	129
FIGURE 55 : DEROULE DU HACKATHON	132
FIGURE 56 : QUESTIONNAIRE A DESTINATION DU PORTEUR DU SUJET POUR EVALUER LES SOLUTIONS GENEREES	135
FIGURE 57 : FICHE DESCRIPTIVE DES SOLUTIONS GENEREES.....	136
FIGURE 58 : FICHE DESCRIPTIVE DE LA SOLUTION RETENUE	136
FIGURE 59 : QUESTIONNAIRE POUR RECUEILLIR LE RETOUR D'EXPERIENCE DES ANIMATEURS/ANIMATRICES DE L'ECO-BOOSTER	137
FIGURE 60 : QUESTIONNAIRE POUR RECUEILLIR LE RETOUR D'EXPERIENCE POUR LES MEMBRES DES EQUIPES PROJETS AVEC ECO-BOOSTER	137
FIGURE 61 : UTILISATION DE L'ECO-BOOSTER PAR LES GROUPES PENDANT LA PHASE D'IDEATION DU HACKATHON	139
FIGURE 62 : REPARTITION DES GROUPES EN FONCTION DE LEUR APPRECIATION GLOBALE SUR L'ECO- RESPONSABILITE ET LA PHASE DU PROJET	140
FIGURE 63 : SOMME DES VERBATIMS ECO-RESPONSABLES RELEVES SUR LES SOLUTIONS DES DIFFERENTS GROUPES EN FONCTION DE LA PHASE DU PROJET.....	141
FIGURE 64 : MOYENNE DE LA QUANTITE D'IDEES GENEREES PAR GROUPE	142
FIGURE 65 : REPARTITION DES GROUPES EN FONCTION DES CRITERES DE QUALITE ET DE NOUVEAUTE, ET DE LEUR APPRECIATION GLOBALE	143
FIGURE 66 : POSITIONNEMENT DE L'ECO-BOOSTER DANS LE PROCESSUS COMPLET D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT	153

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : REPRESENTATION DE L'APPROCHE MATRICIELLE ESQCV	37
TABLEAU 2 : REPRESENTATION DE LA MATRICE MET	38
TABLEAU 3 : PISTES D'AMELIORATION APPORTEES PAR LA ROUE DE LIDS.....	40
TABLEAU 4 : EXEMPLE D'UNE <i>CHECKLIST</i> D'APRES (BERGENDAHL ET SEGERBERG 1997)	42
TABLEAU 5 : OUTIL <i>GUIDELINES</i> PROPOSE PAR TEULON (TEULON, 2014).....	43
TABLEAU 6 : SYNTHESE COMPARATIVE DES PHASES D'UTILISATION DES OUTILS D'ECO-CONCEPTION DANS NOTRE PROCESSUS D'ECO-CONCEPTION DE PRODUIT	46
TABLEAU 7 : SYNTHESE COMPARATIVE DES CARACTERISTIQUES DES OUTILS D'ECO-CONCEPTION	47
TABLEAU 8 : CHARTE INTERNATIONALE DES FABLABS (MIT 2012)	53
TABLEAU 9 : ACTIONS DU FACILITATEUR SUR LES TROIS ETAPES DU PROCESSUS DE CREATIVITE	56
TABLEAU 10 : INDICATEURS GENERIQUES DE L'ETAPE DE PREPARATION	68
TABLEAU 11 : INDICATEURS GENERIQUES DE L'ETAPE D'IDEATION	70
TABLEAU 12 : INDICATEURS GENERIQUES DE L'ETAPE D'IMPLEMENTATION	71
TABLEAU 13 : GRILLE DE QUESTIONS POUR L'ENTRETIEN SEMI DIRECTIF DU SUIVI DE SESSION AVEC LE LEADER TECHNIQUE.....	75
TABLEAU 14 : NOUVEAUX INDICATEURS GENERIQUES DE L'ETAPE DE PREPARATION.....	79
TABLEAU 15 : RECAPITULATIF DES SESSIONS DE CO-CREATIVITE OU MAELI A ETE TESTE.....	80
TABLEAU 16 : FONCTION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEE A L'ECO-CONCEPTION	86
TABLEAU 17 : FONCTION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEE A L'ECO-CONCEPTION ET A LA CREATIVITE	87
TABLEAU 18 : FONCTION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEE A LA CREATIVITE	87
TABLEAU 19 : FONCTION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEE A LA DYNAMIQUE DE GROUPE.....	87
TABLEAU 20 : FONCTION DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEE AUX SESSIONS DE CO-CREATIVITE	87
TABLEAU 21 : FONCTIONS DE L'OUTIL D'ECO-CREATIVITE LIEES AUX LIMITES DE L'ECO-CONCEPTION	88
TABLEAU 22 : SPECIFICATIONS D'UN OUTIL D'ECO-CREATIVITE	89
TABLEAU 23 : DEROULE DE LA PREMIERE ACTIVITE DE CO-CREATIVITE MENEES.....	91
TABLEAU 24 : SPECIFICATIONS MISES A JOUR D'UN OUTIL D'ECO-CREATIVITE.....	93
TABLEAU 25 : CHAMP SEMANTIQUE DE L'ECO-CONCEPTION IDENTIFIE - CATEGORIE "NOMS"	95
TABLEAU 26 : CHAMP SEMANTIQUE DE L'ECO-CONCEPTION IDENTIFIE - CATEGORIE "VERBES"	96
TABLEAU 27 : PLANNING DE L'ACTIVITE DE COMPARAISON DES DEUX MATERIALISATIONS DE L'ECO-BOOSTER	100
TABLEAU 28 : RESULTATS DE LA COMPREHENSION DES OUTILS	103
TABLEAU 29 : VARIABLES ETUDIEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL.....	112
TABLEAU 30 : VARIABLES ANALYSEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL	113
TABLEAU 31 : REPARTITION DES PARTICIPANTS AUX SESSIONS DE CO-CREATIVITE ETUDIEES	115
TABLEAU 32 : RECAPITULATIF DES SESSIONS ETUDIEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL	117
TABLEAU 33 : POINTS ACCORDES AUX IDEES SELON LEURS EVALUATIONS ECO-RESPONSABLES.....	117
TABLEAU 34 : MATERIEL MIS EN PLACE AFIN DE RECUEILLIR LES VARIABLES ETUDIEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE INDUSTRIEL	119
TABLEAU 35 : SYNTHESE DU PROTOCOLE DE L'EXPERIMENTATION REALISEE EN CONTEXTE INDUSTRIEL	120
TABLEAU 36 : EVALUATION ECO-RESPONSABLE DES IDEES DEVELOPPEES EN SESSIONS DE CO-CREATIVITE	121
TABLEAU 37 : RESULTATS SUR L'UTILISATION DES OUTILS EN SESSION DE CO-CREATIVITE.....	126
TABLEAU 38 : RESULTATS SUR LA MOTIVATION DES PARTICIPANTS EN SESSION DE CO-CREATIVITE	126
TABLEAU 39 : VARIABLES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE	131
TABLEAU 40 : NOTES ETUDIEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE	132
TABLEAU 41 : SUJETS DES PROJETS ETUDIES AU COURS DE L'EXPERIMENTATION ET LEUR REPARTITION AVEC ET SANS ECO-BOOSTER	133
TABLEAU 42 : MATERIEL MIS EN PLACE AFIN DE RECUEILLIR LES VARIABLES ETUDIEES DANS L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE.....	135
TABLEAU 43 : SYNTHESE DU PROTOCOLE DE L'EXPERIMENTATION EN CONTEXTE ACADEMIQUE	138
TABLEAU 44 : RETOUR D'EXPERIENCE SUR L'ANIMATION DE L'ECO-BOOSTER	144
TABLEAU 45 : RETOUR D'EXPERIENCE SUR L'UTILISATION DE L'ECO-BOOSTER.....	144

BIBLIOGRAPHIE

.A.

- Acker, Marsha. 2021. *The Art & Science of Facilitation: How to Lead Effective Collaboration with Agile Teams*. TeamCatapult Publishing.
- Ackermann, Fran. 1996. « Participants' Perceptions on the Role of Facilitators Using Group Decision Support Systems ». *Group Decision and Negotiation* 5 (1): 93. <https://doi.org/10.1007/BF02404178>.
- ADEME. 2016. « Guide pratique de l'éco-conception - Pour une démarche responsable ».
- AFNOR. 1994. « X30-300 - Analyse du cycle de vie. Définition, déontologie et méthodologie. »
- . 1998. « FD X30-310 - Prise en compte de l'environnement dans la conception des produits — Principes généraux et application ».
- . 2002a. « FD X50-127 - Outils de management - Maîtrise du processus de conception et développement ».
- . 2002b. « ISO/TR 14062 - Management environnemental - Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit ».
- . 2002c. « ISO/TR 14062:2002 - Management environnemental - Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit ».
- . 2006. « NF EN ISO 14040 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre ». 2006.
- . 2013. « FD X50-271 - Management de l'innovation - Guide de mise en oeuvre d'une démarche de management de l'innovation ».
- . 2014. « FD X50-274 - Management de l'innovation - management de la créativité ».
- . 2015a. « NF EN ISO 9000 - Systèmes de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire ».
- . 2015b. « NF EN ISO 14001 - Systèmes de management environnemental - Exigences et lignes directrices pour son utilisation ».
- . 2018. « NF X30-600 - Éco-Entreprise - Terminologie ».
- . 2019. « ISO 9241-210 - Ergonomie de l'interaction homme-système - Partie 210 : conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs ».
- Aguirre, Manuela, Natalia Agudelo, et Jonathan Romm. 2017. « Design Facilitation as Emerging Practice: Analyzing How Designers Support Multi-Stakeholder Co-Creation ». *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation* 3 (3): 198-209. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2017.11.003>.
- Albrecht, Glenn. 2011. « Chronic Environmental Change: Emerging 'Psychoterratic' Syndromes ». In *Climate Change and Human Well-Being: Global Challenges and Opportunities*, édité par Inka Weissbecker, 43-56. International and Cultural Psychology. New York, NY: Springer.
- Amabile, T. 1996. « Creativity In Context: Update To The Social Psychology Of Creativity ». In . <https://doi.org/10.4324/9780429501234>.
- Amabile, Teresa M. 1988. « A Model of Creativity and Innovation in Organizations ». 1988.
- Amin, Azzam. 2012. « Stratégies identitaires et stratégies d'acculturation : deux modèles complémentaires ». *Alterstice: revue internationale de la recherche interculturelle / Alterstice: International Journal of Intercultural Research / Alterstice: Revista Internacional de la Investigacion Intercultural* 2 (2): 103-16. <https://doi.org/10.7202/1077569ar>.
- Anceaux, Françoise, et Pascal Sockeel. 2006. « Mise en place d'une méthodologie expérimentale : hypothèses et variables ». *Recherche en soins infirmiers* 84 (1): 66-83. <https://doi.org/10.3917/rsi.084.0066>.

.B.

- Balachandra, R., et J. Friar. 1997. « Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework ». <https://doi.org/10.1109/17.618169>.
- Barcella, Marjorie, et Florence Bazzaro. 2023. « PLAY&PULSE ». Univ. Bourgogne Franche-Comté, UTBM, F-90010 Belfort.
- Baregheh, Anahita, Jennifer Rowley, et Sally Sambrook. 2009. « Towards a multidisciplinary definition of innovation ». *Management Decision* 47 (8): 1323-39. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>.
- Bariff, M. L., et E. J. Lusk. 1977. « Cognitive and Personality Tests for the Design of Management Information Systems ». *Management Science* 23 (8): 820-29. <https://doi.org/10.1287/mnsc.23.8.820>.
- Barré, Jessy, S. Buisine, et A. Aoussat. 2018. « Persona logical thinking: improving requirements elicitation for multidisciplinary teams ». <https://doi.org/10.1080/15710882.2017.1301959>.

- Barré, Jessy, Stéphanie Buisine, Jérôme Guegan, Fabrice Mantelet, et Améziane Aoussat. 2014. « Le caractère ludique comme levier de performance pour l'anticipation des besoins utilisateurs ». In . <https://doi.org/10.1145/2671470.2671474>.
- Bécheau, V., et M.-L. Bourgeois. 2013. *Glossaire du designer - Essai*. Bruxelles: La Mulette - Le bord de l'eau.
- Bellini, Béatrice, et Marc Janin. 2019. « Écoconception : état de l'art des outils disponibles : Dossier complet | Techniques de l'Ingénieur ». Techniques de l'ingénieur. 2019.
- Benoit-Cervantes, Géraldine. 2016. *La Boîte à outils de l'innovation*. Dunod. BàO La Boîte à Outils. Dunod.
- Bergendahl, C.G., et T. Segerberg. 1997. « Procurement of components for environmentally compatible electronic products ». In *Proceedings of the 1997 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. ISEE-1997*, 172-75. <https://doi.org/10.1109/ISEE.1997.605310>.
- Berry, Helen L., Thomas D. Waite, Keith B. G. Dear, Anthony G. Capon, et Virginia Murray. 2018. « The Case for Systems Thinking about Climate Change and Mental Health ». *Nature Climate Change* 8 (4): 282-90. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0102-4>.
- Boden, Margaret A. 2005. *What Is Creativity ?* Routledge.
- Boly, Vincent. 2008. *Ingénierie de l'innovation : Organisation et méthodologies des entreprises innovantes, Édition : 2e édition revue et augmentée*. Hermes Science Publications.
- Bonnardel, Nathalie. 2009. « Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives ». *Le travail humain* 72 (1): 5-22. <https://doi.org/10.3917/th.721.0005>.
- Bosqué, Camille. 2015. « Des FabLabs dans les marges : détournements et appropriations ». *Journal des anthropologues* 142-143 (3-4): 49-76. <https://doi.org/10.4000/jda.6207>.
- . 2016. « La fabrication numérique personnelle, pratiques et discours d'un design diffus : enquête au coeur des FabLabs, hackerspaces et makerspaces de 2012 à 2015 ». These de doctorat, Rennes 2.
- Bourdieu, Pierre. 2003. « Participant Objectivation ». *Journal of the Royal Anthropological Institute* 9 (2): 281-94. <https://doi.org/10.1111/1467-9655.00150>.
- Bovea, M. D., et V. Pérez-Belis. 2012. « A Taxonomy of Ecodesign Tools for Integrating Environmental Requirements into the Product Design Process ». *Journal of Cleaner Production* 20 (1): 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.012>.
- Bovea, María D., et Victoria Pérez-Belis. 2018. « Identifying design guidelines to meet the circular economy principles: A case study on electric and electronic equipment ». *Journal of Environmental Management* 228 (décembre): 483-94. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.014>.
- Brenner, Walter, Falk Uebernickel, et Thomas Abrell. 2016. « Design Thinking as Mindset, Process, and Toolbox ». In , 3-21. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26100-3_1.
- Brezet, H., et C. Van Hemel. 1997. *Ecodesign: A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption*. United Nations publication. United Nations Environment Programme, Industry and Environment, Cleaner Production. <https://books.google.fr/books?id=WtxpQgAACAAJ>.
- Brezet, Han. 1997. « Dynamics in ecodesign practice ». *INDUSTRY AND ENVIRONMENT-PARIS-* 20: 21-24.
- Brown, Juanita. 2002. *The World Cafe: A Resource Guide for Hosting Conversations That Matter*. Whole Systems Associates.
- Brown, Juanita, David Isaacs, World Cafe Community, Peter Senge, et Margaret J. Wheatley. 2005. *The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter*. Illustrated edition. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers.
- Brown, Tim. 2010. *L'Esprit Design*. Editions Pearson. Paris: Editions Pearson.
- Brunet. 2023. *La boîte à outils du Design Thinking*. Dunod. BàO La Boîte à Outils.

.C.

- Canonne, Stéphane, et Philippe Petit. 2019. « Outil 33. L'hexamètre de Quintilien ». In *La boîte à outils de l'Acheteur*, 3e éd.:124-25. BàO La Boîte à Outils. Paris: Dunod.
- Capuz-Rizo, Salvador, Tomás Gómez-Navarro, José-Luis Vivancos, Rosario Viñoles-Cebolla, Pablo Ferrer-Gisbert, Rafael García, et María Bastante-Ceca. 2002. *Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*.
- Chambers, Jack A. 1973. « College teachers: Their effect on creativity of students ». *Journal of Educational Psychology* 65 (3): 326-34. <https://doi.org/10.1037/h0035632>.
- Chandy, Rajesh K., et Gerard J. Tellis. 2000. « The Incumbent's Curse? Incumbency, Size, and Radical Product Innovation ». *Journal of Marketing* 64 (3): 1-17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.64.3.1.18033>.
- Charrier, Marjorie. 2016. « Ergonomie et design dans une démarche de conception de produits centrée sur les besoins des personnes ». These de doctorat, Belfort-Montbéliard. <http://www.theses.fr/2016BELF0300>.

- Chen, Borong, Weiping Hu, et Jonathan A. Plucker. 2016. « The Effect of Mood on Problem Finding in Scientific Creativity ». *The Journal of Creative Behavior* 50 (4): 308-20. <https://doi.org/10.1002/jocb.79>.
- Cluzel, François. 2011. « Eco-innover rapidement grâce à la roue de la stratégie d'éco-conception de Brezet ». In *Déployer l'innovation - Méthodes, outils, pilotage et cas d'étude*, édité par Farel R. Yannou B., 393-401. Les Fiches Pratiques - Génie Industriel. Techniques de l'Ingénieur. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00797029>.
- Coch, Lester, et John R. P. French. Jr. 1964. « Comment surmonter la résistance au changement ». In *Éléments de sociologie générale*, 181-205. Hors collection. Paris: Presses de Sciences Po.
- Cooper, R.G. 1979. « The Dimensions of Industrial New Product Success and Failure ». *Journal of Marketing* 43 (3): 93-103. <https://doi.org/10.1177/002224297904300310>.
- Coursey, Lauren, Paul Paulus, Belinda Williams, et Jared Kenworthy. 2018. « The Role of Individual Differences in Group and Team Creativity ». In , 311-38. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813238-8.00014-0>.
- Coustillac, L., F. Bazzaro, J. Lobbé, et Y. Meyer. 2022. « How to Assess a Creativity Session ». *Proceedings of the Design Society* 2 (mai): 851-60. <https://doi.org/10.1017/pds.2022.87>.
- Coustillac, Lili, Florence Bazzaro, Yann Meyer, Justine Lobbé, et Patrick Guillaud-Vallée. 2023. « Guidelines from Literature to Practice: First Key to Implement Eco-Innovation in an Innovation Laboratory ». *DS 122: Proceedings of the Design Society: 24th International Conference on Engineering Design (ICED23)*, 2075-84. <https://doi.org/10.1017/pds.2023.208>.
- Cruickshank, Leon, et Martyn Evans. 2011. « Designing Creative Frameworks: Design Thinking as an Engine for New Facilitation Approaches ». *International Journal of Arts and Technology*, décembre.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. 1996. *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. HarperCollinsPublishers.
- Cutts, Quintin, Emily Cutts, Stephen Draper, Patrick O'Donnell, et Peter Saffrey. 2010. « Manipulating mindset to positively influence introductory programming performance ». In *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education*, 431-35. SIGCSE '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1734263.1734409>.

.D.

- Davis, Mark A. 2009. « Understanding the relationship between mood and creativity: A meta-analysis ». *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 108 (1): 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2008.04.001>.
- Demailly, A., et J.-L. Lemoigne. 1986. *Théories de la conception*. Sciences de l'intelligence, Sciences de l'artificiel. Vol. 6. Lyon : PUL: Persée - Portail des revues scientifiques en SHS.
- Demircioglu, Nalan, Hasan Yilmaz, Metin Demir, et Süleyman Toy. 2011. « Effects of personal characteristics on environmental awareness; a questionnaire survey with university campus people in a developing country, Turkey ». *Scientific Research and Essays* 6 (janvier).
- Desbiolles, Alice, et Claire Galais. 2021. « Éco-anxiété et effets du dérèglement global sur la santé mentale des populations ». *La Presse Médicale Formation* 2 (6): 615-21. <https://doi.org/10.1016/j.lpmfor.2021.10.010>.
- Desbiolles, Dr Alice. 2020. *L'éco-anxiété: Vivre sereinement dans un monde abîmé*. Fayard.
- Design Council. 2006. « The "double diamond" design process model ». London: Design Council.
- Desquilbet, Loïc. 2012. « Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance ».
- Domingo, Lucie. 2013. « Méthodologie d'éco-conception orientée utilisation ». These de doctorat, Grenoble.
- Duarte, F., P. Béguin, V. Pueyo, et F. P. A. Lima. 2019. « Innovative Labs and Co-design ». https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_206.
- Duchamps, Robert. 1999. *Méthode de conception des produits nouveaux*. Paris: Hermès-Lavoisier.

.F.

- Freeman, Christopher. 1991. « The Nature of Innovation and the Evolution of the Productive System ». *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*, Technology and productivity : the challenge for economic policy. - Paris : Organisation for Economic Co-operation and Development, ISBN 92-64-13549-9. - 1991, p. 303-314, .
- Freitag Granholt, Marius, et Malte Martensen. 2021. « Facilitate Design through Improv: The Qualified Eclectic ». *Thinking Skills and Creativity* 40 (juin): 100785. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100785>.
- Fussler, Claude, et Peter James. 1996. *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*. Pitman Publishing.

.G.

- Gama, Kiev, Breno Alencar, Filipe Calegario, André Neves, et Pedro Alessio. 2018. « A Hackathon Methodology for Undergraduate Course Projects ». In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-9. San Jose, CA, USA: IEEE Press. <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8659264>.
- Garcia, Julien. 2015. « Développement d'une méthode d'évaluation de la performance environnementale des innovations incrémentales ». These de doctorat, Châtenay-Malabry, Ecole centrale de Paris.
- Garcia, Rosanna, et Roger Calantone. 2002. « A Critical Look at Technological Innovation Typology and Innovativeness Terminology: A Literature Review ». *Journal of Product Innovation Management* 19 (2): 110-32. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1920110>.
- Garner, Steve, et Deana McDonagh-Philp. 2001. « Problem Interpretation and Resolution via Visual Stimuli: The Use of 'Mood Boards' in Design Education ». *Journal of Art & Design Education* 20 (1): 57-64. <https://doi.org/10.1111/1468-5949.00250>.
- Garric, Audrey. 2021. « Les trois quarts des 16-25 ans dans dix pays, du Nord comme du Sud, jugent le futur « effrayant » ». *Le Monde.fr*, 14 septembre 2021. https://www.lemonde.fr/climat/article/2021/09/14/climat-les-trois-quarts-des-jeunes-jugent-le-futur-effrayant_6094571_1652612.html.
- Gelb, Michael J. 1996. *Thinking for a Change: Discovering the Power to Create, Communicate and Lead*. Harmony Books. Gildan Media LLC aka G&D Media.
- Gershensfeld, Neil. 2005. *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop--from Personal Computers to Personal Fabrication*. New York: Basic Books.
- Gillet, Médéric, et Thibault de Maillard. 2019. *Animer une séance de créativité*. Dunod. Moi et mon job.
- Gold, Raymond L. 1958. « Roles in Sociological Field Observations ». *Social Forces* 36 (3): 217-23. <https://doi.org/10.2307/2573808>.
- Graham Wallas. 1926. *The Art of Thought*.
- Gronier, Guillaume. 2006. « Psychologie ergonomique du travail collectif assisté par ordinateur : l'utilisation du collectif dans les projets de conception de produits ». Université de Franche-Comté.
- Gryskiewicz, Stan, et Sylvester Taylor. 2003. *Making Creativity Practical: Innovation That Gets Results*. Center for Creative Leadership.
- Guilloux, Gaël. 2009. « Ecodesign, du contexte au produit : contribution méthodologique à l'intégration de l'environnement dans les métiers du design industriel ». These de doctorat, Saint-Etienne, EMSE.
- Guilmot, Nathalie. 2016. « Les paradoxes comme source de résistance au changement ». *Revue Française de Gestion* 42 (258): 29-44. <https://doi.org/10.3166/rfg.2016.00061>.

.H.I.J.

- Hamel, Jacques. 1997. *Précis d'épistémologie de la sociologie*. L'Harmattan. Logiques sociales.
- Hemel, C. van, et J. Cramer. 2002. « Barriers and Stimuli for Ecodesign in SMEs ». *Journal of Cleaner Production*, Integrating greener product development perspectives, 10 (5): 439-53. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00013-6).
- Herrmann, Ivan T., et Andreas Moltesen. 2015. « Does It Matter Which Life Cycle Assessment (LCA) Tool You Choose? – A Comparative Assessment of SimaPro and GaBi ». *Journal of Cleaner Production* 86 (janvier): 163-69. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.004>.
- Hillen, V., et F. Mathieu. 2016. *Le design thinking par la pratique*. Editions Eyrolles.
- Issa, Isabela I., Daniela C.A. Pigozzo, Tim C. McAloone, et Henrique Rozenfeld. 2015. « Leading product-related environmental performance indicators: a selection guide and database ». *Journal of Cleaner Production* 108 (décembre): 321-30. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.088>.
- Jalin, H., C. Chandès, A. Congard, et A. -H. Boudoukha. 2022. « Appréhender l'éco-anxiété : une approche clinique et phénoménologique ». *Psychologie Française*, octobre. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2022.03.003>.
- Jaoui, Hubert. 1994. *La créativité, mode d'emploi*. 3è édition. Formation permanente. Librairie Eyrolles.
- Jones, E., et D. Harrison. 2000. « Investigating the use of TRIZ in eco-innovation ». In .
- Jones, E, N. A Stanton, et D Harrison. 2001. « Applying Structured Methods to Eco-Innovation. An Evaluation of the Product Ideas Tree Diagram ». *Design Studies* 22 (6): 519-42. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00007-2).

.K.

- Kaufmann, Geir. 2003. *The Effect of Mood On Creativity in the Innovative Process*. Larisa V. Shavinina. Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen, Norway: Elsevier Science Ltd.
- Kleinschmidt, E. J., et R. G. Cooper. 1991. « The Impact of Product Innovativeness on Performance ». *Journal of Product Innovation Management* 8 (4): 240-51. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.840240>.
- Knapp, Jake, et Marie-France Pavillet. 2017. *Sprint: Résoudre les problèmes et trouver de nouvelles idées en cinq jours*. Illustrated édition. Paris: EYROLLES.
- Kohler, Dorothee, et Jean-Daniel Weisz. 2016. « Industrie 4.0 : comment caractériser cette quatrième révolution industrielle et ses enjeux ? » *Annales des Mines - Réalités industrielles* vembre 2016 (4): 51-56. <https://doi.org/10.3917/rindu1.164.0051>.
- Komssi, Marko, Danielle Pichlis, Mikko Raatikainen, Klas Kindström, et Janne Järvinen. 2015. « What are Hackathons for? » *IEEE Software* 32 (5): 60-67. <https://doi.org/10.1109/MS.2014.78>.
- Konietzko, Jan. 2022. « Moving Beyond Carbon Tunnel Vision With A Sustainability Data Strategy ». *Forbes* (blog). 7 avril 2022. <https://www.forbes.com/sites/cognizant/2022/04/07/moving-beyond-carbon-tunnel-vision-with-a-sustainability-data-strategy/?sh=26804f8c70a7>.
- Kouzes, Tae Kyung, et Barry Z. Posner. 2019. « Influence of managers' mindset on leadership behavior ». *Leadership & Organization Development Journal* 40 (8): 829-44. <https://doi.org/10.1108/LODJ-03-2019-0142>.

.L.

- Laborde, Olivier. 2017. *Innover ou disparaître: Le lab pour remettre l'innovation au coeur de l'entreprise*. Dunod.
- Lacom, Pauline. 2018. « Soutenir une démarche d'innovation centrée utilisateur/client au sein d'une entreprise industrielle internationale positionnée sur un marché B2B ». These de doctorat, Bourgogne Franche-Comté.
- Langfred, Claus W. 1998. « Is Group Cohesiveness a Double-Edged Sword?: An Investigation of the Effects of Cohesiveness on Performance ».
- Larousse. 2022. *Dictionnaire Anglais*. Bilingual édition. Paris: Larousse.
- Lauzier, Martin, et Nathalie Lemieux. 2018. *Améliorer la gestion du changement dans les organisations: Vers de nouvelles connaissances, stratégies et expériences*. 2^e éd. Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10qqz06>.
- Léger-Jarniou, Catherine, et Georges Kalousis. 2023. *La boîte à outils de la Création d'entreprise - Edition 2023*. Dunod. BâO La Boîte à Outils.
- Lewrick, Michael, Patrick Link, Larry Leifer, et Achim Schmidt. 2021. *Le Kit du design thinking*. Illustrated édition. Montreuil: PEARSON.
- Lobbé, Justine. 2018. « Pour une conception de produits pour tous et par tous, co-crée la situation de vie ». These de doctorat, Bourgogne Franche-Comté.
- Lubart, Todd, Christophe Mouchiroud, Sylvie Tordjman, et Franck Zenasni. 2015. *Psychologie de la créativité - 2e édition*. Armand Colin.
- Lubart, Todd, Franck Zenasni, et Baptiste Barbot. 2016. « Le potentiel créatif: de sa mesure à son développement ». In , 65-78.

.M.

- Macaulay, Linda A. 1999. « Seven-Layer Model of the Role of the Facilitator in Requirements Engineering ». *Requirements Engineering* 4 (1): 38-59. <https://doi.org/10.1007/s007660050009>.
- Maccioni, Lorenzo, Yuri Borgianni, et Daniela C. A. Pigosso. 2019. « Can the Choice of Eco-Design Principles Affect Products' Success? » *Design Science* 5. <https://doi.org/10.1017/dsj.2019.24>.
- Magadley, Wissam, et Kamal Birdi. 2009. « Innovation Labs: An Examination into the Use of Physical Spaces to Enhance Organizational Creativity ». *Creativity and Innovation Management* 18 (décembre): 315-25. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2009.00540.x>.
- Marques Santos, Catarina, Sjir Uitdewilligen, et Ana Margarida Passos. 2015. « Why is Your Team More Creative Than Mine? The Influence of Shared Mental Models on Intra-group Conflict, Team Creativity and Effectiveness ». 2015.
- Marsan, Christine. 2008. *Réussir le changement : Comment sortir des blocages individuels et collectifs ?* De Boeck Supérieur.
- Martin, Bella, et Bruce Hanington. 2013. *100 méthodes de design*. Eyrolles.

- McFadzean, Elspeth. 2002. « Developing and supporting creative problem solving teams: part 2 – facilitator competencies ». *Management Decision* 40 (6): 537-51. <https://doi.org/10.1108/00251740210433936>.
- Meadows, Donella, Dennis Meadows, et Jorgen Randers. 2012. *Les limites à la croissance. Dans un monde fini. Le rapport Meadows, 30 ans après*. Rue de l'échiquier. Initial(e)s DD.
- Medzinski, M. 2007. « Innovation Panels - Eco-Innovation ». Report from the 3rd Panel Meeting. Vienna.
- Merindol, Valerie, Nadège Bouquin, David Versailles, Ignasi Capdevila, Nicolas Aubouin, ALEXandra Lechaffotec, Alexis Chiovetta, et Thomas Voisin. 2016. *Le livre blanc des open labs : Quelles pratiques ? Quels changements en France*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27107.96806>.
- Metz, Phil, Susan Burek, Tawnya R. Hultgren, Sam Kogan, et Lawrence Schwartz. 2016. « The Path to Sustainability-Driven Innovation ». *Research-Technology Management* 59 (3): 50-61. <https://doi.org/10.1080/08956308.2016.1161409>.
- Ministers, Nordic Council of. 2006. *Understanding User-Driven Innovation*. Nordic Council of Ministers.
- Minvielle, Nicolas, Martin Lauquin, et Olivier Wathélet. 2019. *Maquetter: ces entreprises qui innovent avec les mains*. Diatino.
- MIT. 2012. « The Fab Charter ». 2012. <https://fab.cba.mit.edu/about/charter/>.
- Mosely, Genevieve, Natalie Wright, et Cara Wrigley. 2018. « Facilitating Design Thinking: A Comparison of Design Expertise ». *Thinking Skills and Creativity* 27 (mars): 177-89. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.02.004>.
- Mostert, Nel M. 2007. « Diversity of the Mind as the Key to Successful Creativity at Unilever ». 2007.
- Moutot, Jean-Michel. 2018. *Passez en mode workshop agile !: 50 nouveaux ateliers pour améliorer l'agilité de votre équipe*. PEARSON.
- Mullen, Brian, et Carolyn Copper. 1994. « The relation between group cohesiveness and performance: An integration ». *Psychological Bulletin* 115 (2): 210-27. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.2.210>.

.N.O.

- Nelson, Brent A., Jamal O. Wilson, David Rosen, et Jeannette Yen. 2009. « Refined Metrics for Measuring Ideation Effectiveness ». *Design Studies* 30 (6): 737-43. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.07.002>.
- Nelson, Terry, et Elspeth McFadzean. 1998. « Facilitating Problem-solving Groups: Facilitator Competences ». *Leadership & Organization Development Journal* 19 (2): 72-82. <https://doi.org/10.1108/01437739810208647>.
- O'Connor, Gina Colarelli. 1998. « Market Learning and Radical Innovation: A Cross Case Comparison of Eight Radical Innovation Projects ». *Journal of Product Innovation Management* 15 (2): 151-66. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1520151>.
- OECD, et Statistical Office of the European Communities. 2005. *Manuel d'Oslo: principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Osborn, Alex F. 1953. *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. New York: Scribner.
- Ozusaglam, Serdal. 2012. « Environmental innovation: a concise review of the literature ». *Vie & sciences de l'entreprise* 191-192 (2-3): 15-38. <https://doi.org/10.3917/vse.191.0015>.

.P.

- Pahl, G., et W. Beitz. 1996. *Engineering design: a systemic approach*. London: Springer.
- Parlement européen et du Conseil. 2009. *Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie*.
- Parmentier, Guy, et Gabriel Guallino. 2015. « La sélection des idées dans une séance de créativité : impact du profil des participants et mode d'évaluation ». In *XXIVème conférence annuelle de l'Association Internationale de Management Stratégique*. Paris, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02048473>.
- Paulus, Paul B., Mary Dzindolet, et Nicholas W. Kohn. 2012. « Chapter 14 - Collaborative Creativity—Group Creativity and Team Innovation ». In *Handbook of Organizational Creativity*, édité par Michael D. Mumford, 327-57. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374714-3.00014-8>.
- Pesqueux, Yvon. 2020. « La résistance au changement », juin.
- Philips Electronics. 1997. « Point of No Return: Philips EcoDesign Guidelines ».
- Pihkala, Panu. 2019. « Climate Anxiety ». *Report by Mental Health Finland*, janvier. https://www.academia.edu/40803613/Climate_Anxiety.

- Pôle éco-conception. 2017. « La démarche d'éco-conception ». 2017. <https://www.eco-conception.fr/static/une-demarche-deco-conception.html>.
- Poupard, Jean-Philippe, et Meryem Le Saget. 2018. *Devenir facilitateur : Professionnaliser ses pratiques collaboratives en entreprise*. Paris: 1Min30 Publishing.
- Pruitt, John, et Tamara Adlin. 2006. *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. Elsevier.
- Puente-Díaz, Rogelio, et Judith Cavazos-Arroyo. 2017. « The influence of creative mindsets on achievement goals, enjoyment, creative self-efficacy and performance among business students ». *Thinking Skills and Creativity* 24 (juin): 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.007>.
- Puozzo, Isabelle Capron. 2016. *La créativité en éducation et formation: Perspectives théoriques et pratiques*. De Boeck Supérieur.

.Q.R.

- Quinton, François, Géraldine Poels, et Véronique Lefort. 2020. « Trois fois plus de temps pour l'environnement dans les JT depuis la fin des années 1990 ». INA. <https://larevuedesmedias.ina.fr/environnement-jt-information-television-energie-climat-pollution-biodiversite>.
- Rey-Millet, Frédéric, Arnaud Fontanes, et Nicolas Perrard. 2020. *Préparer et animer un workshop: (R)animez vos réunions et séminaires*. Illustrated édition. Paris: EYROLLES.
- Rossi, Marta, Michele Germani, et Alessandra Zamagni. 2016. « Review of Ecodesign Methods and Tools. Barriers and Strategies for an Effective Implementation in Industrial Companies ». *Journal of Cleaner Production* 129 (août): 361-73. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.051>.
- Rousseaux, Patrick, Cécile Gremy-Gros, Marie Bonnin, Catherine Henriel-Ricordel, Pierrick Bernard, Léa Floury, Gwenaëlle Staigre, et Philippe Vincent. 2017. « "Eco-Tool-Seeker": A New and Unique Business Guide for Choosing Ecodesign Tools ». *Journal of Cleaner Production* 151 (mai): 546-77. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.089>.
- Rozencweig, Georges, et Sophie Rozencweig. 2008. « Vaincre la résistance au changement et conduire un projet ». *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale* 42 (2): 197-216. <https://doi.org/10.1051/odf:20084220197>.
- Runco, Mark A., et Garrett J. Jaeger. 2012. « The Standard Definition of Creativity ». *Creativity Research Journal* 24 (1): 92-96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>.

.S.

- Samet Kallel, Wafa. 2010. « Développement d'une méthode d'éco-innovation ». These de doctorat, Paris, ENSAM. <http://www.theses.fr/2010ENAM0058>.
- Sanders, Elizabeth, et Pieter Jan Stappers. 2008. « Co-creation and the New Landscapes of Design ». *CoDesign* 4 (mars): 5-18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>.
- Satia-About a, Jessie. 2003. « Dietary Acculturation : Definition, Process, Assessment, and Implications ». *International Journal of Human Ecology* 4 (1): 71-86.
- Savransky, Semyon D. 2000. *Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*.
- Schiesser, Philippe. 2012. *Pratique de l'éco-conception: en 53 outils*. Paris: Dunod.
- Schumpeter, Joseph A. 1939. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Martino Pub.
- Shah, Jami J., Steve M. Smith, et Noe Vargas-Hernandez. 2003. « Metrics for Measuring Ideation Effectiveness ». *Design Studies* 24 (2): 111-34. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(02\)00034-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00034-0).
- Speck, Ricky, Susan Selke, Rafael Auras, et James Fitzsimmons. 2016. « Life Cycle Assessment Software: Selection Can Impact Results ». *Journal of Industrial Ecology* 20 (1): 18-28. <https://doi.org/10.1111/jiec.12245>.
- Steglich, Caio, Sabrina Marczak, Luiz Guerra, Cássio Trindade, Alessandra Dutra, et Ana Bacelo. 2021. « An Online Educational Hackathon to Foster Professional Skills and Intense Collaboration on Software Engineering Students ». In *Proceedings of the XXXV Brazilian Symposium on Software Engineering*, 388-97. SBES '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3474624.3476973>.
- Sutter, Pierre-Eric, Dylan Michot, et Loïc Steffan. 2023. « Quand travailler rend éco-anxieux ». *Revue CONFLUENCE : Sciences & Humanités* 3 (1): 139-64. <https://doi.org/10.3917/conf.003.0139>.

.T.U.

- Takouachet, Nawel, Jérémy Legardeur, et Iban Lizarralde. 2014. « The role of the facilitator during digital creative sessions ». In *Conférence Ergo'IA (Ergonomie & Informatique Avancée)*, 20-23. Bidart / Biarritz, France. <https://doi.org/10.1145/2671470.2671473>.
- Teulon, H. 2014. *Le guide de l'éco-innovation: éco-concevoir pour gagner en compétitivité*. Eyrolles. <https://books.google.fr/books?id=mYzuBQAAQBAJ>.
- Tyl, Benjamin. 2011. « L'apport de la créativité dans les processus d'éco-innovation : proposition de l'outil EcoASIT pour favoriser l'éco-idéation de systèmes durables ». These de doctorat, Bordeaux 1.
- Ulrich, Karl T., et S.D. Eppinger. 1999. *Product Design and Development*. Boston: McGraw-Hill Companies.

.V.

- V. Kistowski, Jókakim, Jeremy A. Arnold, Karl Huppler, Klaus-Dieter Lange, John L. Henning, et Paul Cao. 2015. « How to Build a Benchmark ». In *Proceedings of the 6th ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering*, 333-36. Austin Texas USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2668930.2688819>.
- Van Hemel, Carolien. 1998. « EcoDesign Empirically Explored: Design for Environment in Dutch Small and Medium-Sized Enterprises. » PB2002103546. Technische Univ. Delft (Netherlands).
- Vasilopoulos, Nicholas L., Jeffrey M. Cucina, Natalia V. Dyomina, Courtney L. Morewitz, et Richard R. Reilly. 2006. « Forced-Choice Personality Tests: A Measure of Personality and Cognitive Ability? » *Human Performance* 19 (3): 175-99. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1903_1.
- Vezzoli, Carlo, et Dalia Sciamia. 2006. « Life Cycle Design: from general methods to product type specific guidelines and checklists: a method adopted to develop a set of guidelines/checklist handbook for the eco-efficient design of NECTA vending machines ». *Journal of Cleaner Production* 14 (décembre): 1319-25. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.011>.

.W.X.Y.Z.

- Wenzel, Henrik, Michael Z. Hauschild, et Leo Alting. 1997. *Environmental Assessment of Products: Volume 1 Methodology, tools and case studies in product development*. Vol. 1. Springer Science & Business Media.
- Yeh, Yu-chu, Yu-Shan Ting, et Jui-Ling Chiang. 2023. « Influences of Growth Mindset, Fixed Mindset, Grit, and Self-determination on Self-efficacy in Game-based Creativity Learning ». *Educational Technology & Society* 26 (1): 62-78.
- Yusuf, Shahid. 2007. « From Creativity to Innovation ». SSRN Scholarly Paper ID 996168. Rochester, NY: Social Science Research Network.
- Ziegler, Rene, Michael Diehl, et Gavin Zijlstra. 2000. « Idea Production in Nominal and Virtual Groups: Does Computer-Mediated Communication Improve Group Brainstorming? » *Group Processes & Intergroup Relations* 3(2): 141-58.
- Zingoni, Matt, et Christy M. Corey. 2017. « How Mindset Matters ». *Journal of Personnel Psychology* 16 (1): 36-45. <https://doi.org/10.1027/1866-5888/a000171>.

