

EVALUATION, CARACTERISATION ET MISE EN ŒUVRE DES DEMARCHES LOW-TECH



EXPERTISES

Rapport final

Juin 2025

REMERCIEMENTS

Membres du groupement

Loraine MOIROUD (Goodwill-management)
Eloïse MORALES (Goodwill-management)
Axel PELLÉ (Goodwill-management)
Sacha BOURGUET (Goodwill-management)
Axel BAUJEU (Goodwill-management)
Martin LAMBERT (Evea)
Mathieu GALLIOU (Evea)
Aurélie PERRIN (Evea)
Timothée FUSTEC (Kerlotec)
Simon DELTOUR (Kerlotec)

Membres du comité de pilotage (COPIL)

Anne-Charlotte BONJEAN (ADEME)
Victor GAUTIER (ADEME)
Antoine WARET (ADEME)
Pierre CRISPATZU (ADEME)
Solène MARRY (ADEME)
Tanguy BLAVIN (ADEME)
Thibaut FAUCON (ADEME)
Sophie PLASSART (ADEME)

Membres du comité de suivi (COSUIV)

Valérie LAFOREST (EMSE)
Jonathan GUEGUEN (APALA)
Antoine MARTIN (Sentier Ergonomie)
Alexandre GAUTIER (INP Grenoble)
Jefferson LE BIAN (Breizh Bell)
Jean-Marc BENGUIGUI (École Centrale de Nantes)
Audrey TANGUY (EMSE)
Clément COLIN (Sentier Ergonomie)
Vincent MARTIN (Groupe Seb)
Emile BURCKARD
Stéphanie JOUANNE (Bouygues Construction)
Hanna KETELS (Nova Build)
Loïc PEROCHON (La Belle Tech)
Pierre-Alain LEVEQUE (La Base Low-tech)
Xavier ROUSSIN-BOUCHARD (Rossignol)
Jean-Baptiste THONY (Bordeaux Métropole)
Ilan VERMEREN (Le Dôme)

Personnes interrogées

Ilan VERMEREN (LE DOME)
Emile BURCKARD
Emmanuel PION (LOWREKA)
Thomas BEAUFILS (LOWREKA)
Anthony PARIS (LOWREKA)
Pierre ROUVIERE (LOWREKA)
Lucas ZUKIC (AMERMA)
David BEN HAIM (AMERMA)

CITATION DE CE GUIDE

ADEME, Goodwill-management, Evea, Kerlotec. 2025. Évaluation, caractérisation et mise en œuvre des démarches low-tech. 51 pages.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2024MA000185

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Goodwill-management

Coordination technique - ADEME : BONJEAN Anne-Charlotte

Direction/Service : Economie circulaire / Service Ecoconception et Recyclage

Résumé

La démarche low-tech, parfois appelée innovation frugale, est une démarche innovante et inventive de conception et d'évolution de produits, de services, de procédés ou de systèmes qui vise à maximiser leur utilité sociale, et dont l'impact environnemental n'excède pas les limites locales et planétaires. La démarche low-tech implique un questionnement du besoin ne visant à ne garder que l'essentiel, la réduction de la complexité technologique, l'entretien de ce qui existe plutôt que son remplacement. La démarche low-tech permet également au plus grand nombre d'accéder aux réponses qu'elle produit et d'en maîtriser leurs contenus. Le qualificatif de low-tech s'applique à une démarche et non pas à son résultat. Ainsi, un objet n'est pas low-tech dans l'absolu, il est plus (ou moins) low-tech qu'une solution alternative répondant au besoin initial.

Afin de **faciliter l'adoption et le pilotage de démarches low-tech** au sein des organisations, l'ADEME (Agence de la Transition Ecologique) a mené une étude transversale permettant d'aborder plusieurs problématiques centrales dans l'adoption des low-tech :

1. L'étude comparée de solutions low-tech par rapport à des scénarios alternatifs en utilisant la méthodologie Empreinte Projet®, permettant **d'objectiver la pertinence et la plus-value de la démarche** par rapport à des pratiques plus conventionnelles sur le marché.
2. La création d'un outil de caractérisation permettant de **juger du caractère low-tech d'une démarche de conception d'un produit ou service**, dans une logique d'évaluation qui s'appuie sur la **comparaison** entre deux systèmes. Il permet, à partir d'une série de questions, d'identifier si le système que l'organisation souhaite évaluer (produit ou service) est plus ou moins low-tech que le système de référence. Les questions sont réparties en quatre critères, dont le dernier est facultatif : utile, accessible, durable et organisationnel.
3. La conception d'une méthodologie d'accompagnement à destination des organisations, pour permettre la **mise en œuvre d'une démarche low-tech** en leur sein. La méthode a été complétée via la conception d'outils dédiés, permettant l'application immédiate des principes d'action par les organisations.

L'ensemble des problématiques abordées sont **des freins** identifiés préalablement à cette étude, qui limitent l'adoption de la démarche par les acteurs économiques : manque d'éléments chiffrés pour convaincre, manque de lisibilité et d'outils pour mettre en place la low-tech de façon concrète dans les organisations, ou encore incompréhension du cadre d'analyse jugé trop vague ou théorique par des acteurs peu aguerris ou moins matures.

Les éléments produits constituent une **première trame**, en priorité à destination des organisations qui veulent devenir plus low-tech, mais aussi de l'ensemble des acteurs de l'écosystème low-tech qui pourront se réapproprier ses outils et les améliorer de façon continue.

Abstract

The low-tech approach, seldom referred to as frugal innovation, is an innovative and inventive approach to the design and evolution of products, services, processes or systems that aims to maximize their social utility and contain their environmental impact within local and planetary boundaries. The low-tech approach involves questioning needs, aiming to keep only what is essential, the reduction of technological complexity, and maintaining existing systems rather than replacing them. The low-tech approach also allows as many people as possible to access the solutions produced and to master its contents. The qualifying term « low-tech » applies to an approach and not its result. An object is thereby not low-tech in an absolute manner, but rather more (or less) low-tech than a counterpart solution that answers the same original need.

To **facilitate the adoption and management of low-tech approaches** within organizations, the ADEME (French Ecological Transition Agency) has conducted a cross-cutting study to address several key barriers to the adoption of low-tech:

1. The comparative study of low-tech solutions compared to alternative scenarios using the Project® Footprint methodology, making it possible **to objectify the relevance and added value of the approach** compared to more conventional practices on the market.
2. The creation of a characterization tool to **evaluate the adequation of a service or product design to the low-tech approach**, in an evaluation logic based on the **comparison** between two systems. It allows, from a series of questions, to identify whether the system that the organization wishes to evaluate (product or service) is more, or less, low-tech than a reference system. The questions are divided into four criteria, the last of which is optional: useful, accessible, sustainable and organizational.
3. The design of a support methodology for organizations, to enable the **implementation of low-tech approaches** within them. The method has been enriched by the design of dedicated tools, allowing an immediate application by organizations.

All the issues addressed are **key barriers** identified prior to this study, which limit the adoption of the approach by economic actors: lack of figures to convince, lack of readability and tools to implement low-tech in a concrete way in organizations or even misunderstanding of the analytical framework considered too vague or theoretical by inexperienced or less mature actors.

The elements produced constitute a **first framework**, primarily for organizations that want to engage in a low-tech transition, but also for all the actors of the low-tech ecosystem who are invited to reclaim these tools and improve them on a continuous basis.

SOMMAIRE

1. Introduction	8
2. Evaluation comparée de solutions low-tech	9
2.1. Visée des travaux.....	9
2.2. Présentation de la méthodologie Empreinte Projet® utilisée.....	9
2.2.1. Origine et objectifs	9
2.2.2. Fonctionnement.....	9
2.3. Adéquation de la méthodologie Empreinte Projet® aux démarches low-tech	11
2.4. Interprétation des résultats	11
2.4.1. Présentation des projets évalués	11
2.4.2. Synthèse des résultats	14
2.5. Enseignements du volet 1	16
2.5.1. Impact environnemental de projets low-tech	16
2.5.2. Limites de la méthode Empreinte Projet® dans l'évaluation des low-tech	16
2.5.3. Adaptations méthodologiques	17
2.5.4. Nécessité d'intégrer une évaluation sociale	17
3. Revue bibliographique	18
3.1. Contexte des travaux	18
3.1.1. Objectifs de la revue bibliographique	18
3.1.2. Constitution du corpus d'étude	18
3.2. Synthèse des éléments de revue bibliographique : outil de caractérisation	19
3.2.1. Critères de caractérisation.....	19
3.2.2. Choix méthodologiques des outils de caractérisation étudiés	24
3.2.3. Synthèse.....	27
3.3. Synthèse des éléments de revue bibliographique : démarche low-tech dans les organisations	29
3.3.1. Démarches à visée exhaustive.....	29
3.3.2. Démarches proches du mouvement des low-tech	32
3.3.3. Démarches low-tech spécifiques.....	33
4. Caractérisation des démarches low-tech	35
4.1. Visée des travaux.....	35
4.2. Public cible	35
4.3. Construction de l'outil	35
4.3.1. Constitution de l'architecture de critères et sous critères.....	35
4.3.2. Définition de la logique de calcul	37
4.4. Résultats visés	38
4.5. Limites de l'outil.....	38
4.6. Tests et études de cas	39
4.7. Enseignements de l'étude de caractérisation des démarches low-tech	39
5. Déploiement des démarches low-tech dans les organisations.....	41
5.1. Visée des travaux.....	41

5.1.1.	Public cible.....	41
5.1.2.	Caractéristiques de la méthode.....	41
5.2.	Construction de la méthode	43
5.2.1.	Architecture de la démarche.....	43
5.2.2.	Construction des outils	45
5.3.	Etudes de cas	46
5.4.	Enseignements du volet 3	47
Conclusion		48
Table des tableaux et illustrations		49

1.Introduction

Depuis 2020, l'ADEME a intégré les low-tech dans la palette des outils qu'elle évalue et promeut au service de la transition écologique. Après une étude sur les contours du concept et le paysage de son application en France et dans le monde, l'ADEME a mobilisé les low-tech comme composante clé de son scénario « Génération frugale » de ses scénarios Transition(s) 2050. En parallèle, plusieurs antennes de l'ADEME ont soutenu les organisations dans des projets d'application concrète des low-tech, en particulier à l'échelle territoriale (AAP et AMI en Bretagne, Normandie, PACA, Bourgogne Franche Comté et Martinique).

A présent, l'ADEME **développe une base méthodologique solide** permettant **d'accompagner** et de **qualifier** une démarche low-tech, ses bénéfices environnementaux et sociaux. En effet, plusieurs définitions co-existent¹ et un débat persiste sur la compatibilité entre le format de l'entreprise à but lucratif et les low-tech, et sur la manière dont les organisations peuvent intégrer les low-tech dans leur fonctionnement. Les travaux menés par l'ADEME dans le cadre de ses scénarios de transition Vision(s) 2050 soulignent cette ambiguïté et permettent de démontrer comment la démarche low-tech remet profondément en cause notre manière de produire et de consommer (en privilégiant l'existant, la consommation alignée au besoin, et la frugalité dans les modes de production et de consommation). La démarche low-tech présente potentiellement de nombreux avantages qui sont des atouts indéniables face aux transitions à venir : réduction de l'impact environnemental, création d'emplois non délocalisables, augmentation de la souveraineté d'approvisionnement en matières premières et en énergie, etc., c'est pourquoi il est essentiel de développer des outils et une trajectoire commune pour que les organisations s'emparent du concept, puissent être accompagnées et réduisent drastiquement leur impact environnemental tout en proposant des produits et services utiles, accessibles et durables.

Les travaux de ce projet ont pour objectif de poser une base méthodologique partagée et **un niveau d'exigence minimal** vis-à-vis des organisations qui souhaitent prendre en main et appliquer une démarche low-tech dans leur conception de produits et/ou de services. Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- **Mesurer la performance** des solutions low-tech par rapport à des solutions équivalentes "conventionnelles" et ainsi démontrer la performance environnementale d'un produit ou service qui a bénéficié d'une démarche low-tech.
- **Établir un référentiel d'évaluation** permettant de caractériser la dimension "low-tech" de produits ou de services, en prenant en compte la dimension **relative** des démarches (un objet ou service n'est pas low-tech dans l'absolu mais plus ou moins par rapport à une solution alternative répondant à un besoin initial).
- **Formaliser les étapes** et la marche à suivre pour appliquer une démarche low-tech dans les organisations et concevoir un dispositif d'accompagnement à l'application d'une telle démarche.

Deux outils clé en main à destination des organisations ont ainsi été développés, accompagnés de leurs guides d'utilisation et d'outils complémentaires permettant leur appropriation et leur diffusion.

En résumé, cette étude apporte des éléments tangibles sur les retombées environnementales de projets low-tech, donne des outils permettant aux acteurs de situer leur propre démarche, et propose une méthode pour passer à l'action.

¹ Parmi les définitions recensées : définition de l'ADEME, définition du Low-tech Lab, définition proposée par Arthur Keller et Emilien Bournigal, définition issue des travaux de recherche collaboratifs d'EcoSD, définitions individuelles portées par des acteurs associatifs ou économiques, etc.

2. Evaluation comparée de solutions low-tech

2.1. Visée des travaux

Le premier volet de cette étude vise à évaluer les impacts environnementaux de six projets low-tech soutenus par l'ADEME en utilisant la méthode Empreinte Projet®.

2.2. Présentation de la méthodologie Empreinte Projet® utilisée

2.2.1. Origine et objectifs

La méthode Empreinte Projet® est une méthode développée par l'ADEME depuis 2021. Pensée comme une déclinaison de la méthode QuantiGES, développée elle aussi par l'ADEME mais centrée uniquement sur les émissions de gaz à effet de serre, elle vise à comparer les impacts environnementaux liés à la mise en place d'une action avec ceux d'un scénario de référence.

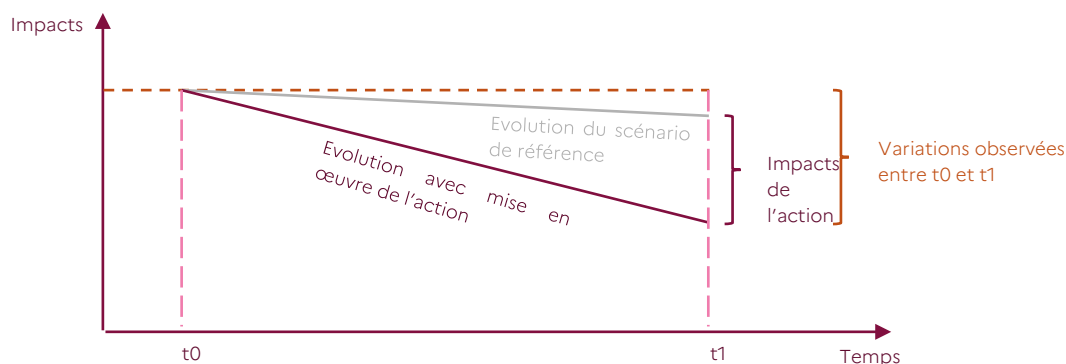


Figure 1 Principe de la méthode Empreinte Projet®

Pour ce faire, elle repose sur l'identification des conséquences liées à la mise en place de cette action, qui vont être évaluées puis comparées entre elles pour quantifier, pour chaque indicateur, le bénéfice (diminution des impacts environnementaux) ou la charge (augmentation des impacts environnementaux) amenée par l'action. Comme l'ACV, elle repose sur une approche multicritère pour évaluer des impacts environnementaux potentiels. Les normes ISO 14040:2006 et 14044:2006 sont utilisées comme base pour sélectionner les impacts environnementaux étudiés. La méthodologie est également marquée par une approche **par les conséquences** (à la suite de la mise en place de l'action) inspirée de l'ACV conséquentielle. Elle est pensée pour s'adapter à des projets de toute nature (produits, services, modèles économiques, modes d'organisation, etc.). Cette méthodologie peut être mobilisée à tout moment dans la vie des projets : au moment de son étude (évaluation ex ante), de sa réalisation, ou à la fin de sa mise en place (évaluation ex post). Enfin, cette méthode vise à proposer un accompagnement de l'utilisateur plus poussé que l'ACV, avec un guide étape par étape cadrant la procédure d'évaluation, mais aussi la prise de décision et la communication.

2.2.2. Fonctionnement

La méthode Empreinte Projet® repose sur la **comparaison entre un projet** (ou une action, un projet étant considéré comme un ensemble d'actions) **et un scénario de référence**, c'est-à-dire un scénario fictif ou réel ayant lieu en l'absence du projet évalué. Il peut correspondre à :

- Une situation existante, qu'un projet envisagé viserait à faire évoluer ;
- Une situation passée, dans le cas où l'on souhaite évaluer un projet déjà existant ;
- Ou une situation fictive, future ou passée, correspondant à ce qui aurait eu le plus de probabilité d'exister en l'absence du projet évalué.

Dans tous les cas, les impacts environnementaux des conséquences liées à la mise en place du projet sont comparés à ceux liés au scénario de référence afin d'évaluer les bénéfices ou les charges amenés par ce changement (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La méthode propose cinq niveaux d'approfondissement, répondant à des objectifs différents. Elle se déroule en 12 étapes, réparties en quatre grandes phases :

- La **définition des objectifs** (phase 1), qui permet de présenter le contexte de l'évaluation et le niveau d'approche choisi ;
- La **définition du champ de l'étude** (phase 2), qui vise notamment à établir l'unité d'analyse, le scénario de référence et à lister les conséquences liées à l'action évaluée ;
- La **quantification de ces conséquences** (phase 3), qui passe par la réalisation d'un inventaire du cycle de vie (ICV) pour chaque conséquence, par sa traduction en impacts environnementaux, puis par l'établissement d'un bilan pour chaque conséquence et chaque catégorie d'impact ;
- **L'interprétation** (phase 4), qui vise à évaluer la fiabilité de l'évaluation et à statuer sur l'intérêt environnemental du projet évalué.

Cette méthode s'appuie sur le concept d'**unité d'analyse**, définie à l'étape de définition du champ de l'étude et qui diffère de celui d'unité fonctionnelle utilisé en ACV. L'unité d'analyse ne correspond en effet pas à une « performance quantifiée [...] utilisée comme unité de référence », mais à « la référence par rapport à laquelle les résultats de l'évaluation sont exprimés ». Il s'agit donc plutôt d'une **définition du système étudié** (un modèle économique, une ligne de production, un système de chauffage, etc.), qui doit intégrer une description quantitative du projet évalué ainsi que la durée d'observation, c'est-à-dire la durée sur laquelle les conséquences sont évaluées. Le guide méthodologique estime ainsi que ce concept peut être rapproché de celui de flux de référence.

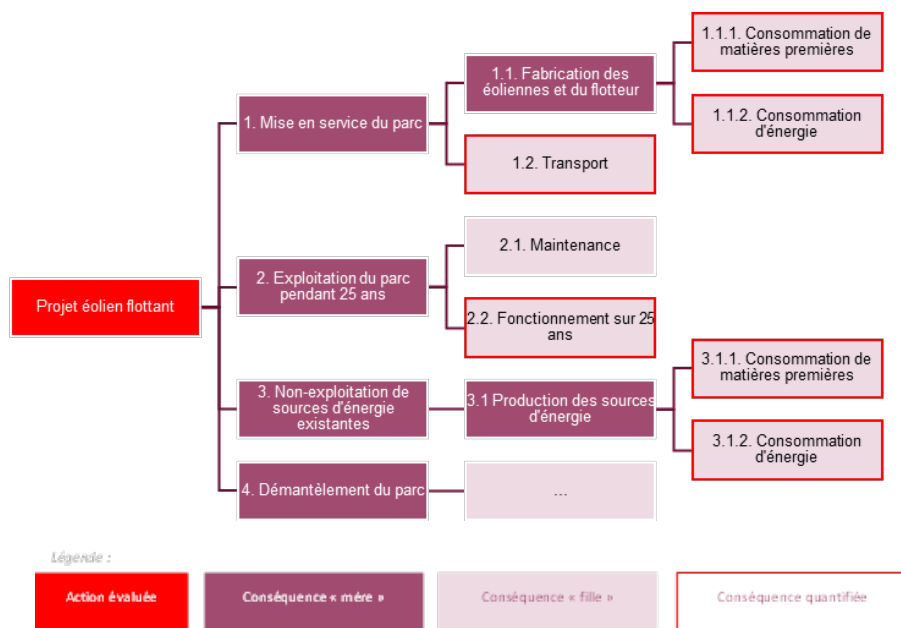


Figure 2 Exemple fictif d'arbre des conséquences (d'après les cas d'étude fournis par la méthode)

L'identification des conséquences liées à la mise en place de l'action ou du projet évalué est une autre différence fondamentale avec l'ACV. Cette étape passe par la construction d'un « arbre des conséquences », décrivant de manière schématique les conséquences puis les sous-conséquences associées (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Il nécessite une expertise sur l'aspect environnemental du projet (apportée par la personne en charge de l'évaluation), mais aussi une expertise métier pour s'assurer d'avoir une vision exhaustive des conséquences potentielles – cette expertise métier pouvant également être sollicitée pour la définition du scénario de référence. C'est un élément particulièrement structurant de la méthode, puisque cette liste de conséquences sera utilisée comme « fil rouge » tout au long de l'évaluation, notamment au niveau de la présentation des résultats. A noter que toutes les conséquences identifiées ne feront pas nécessairement l'objet d'une quantification, certaines pouvant s'avérer difficiles à quantifier ou être jugées peu pertinentes. A noter également que si la méthode porte spécifiquement sur les enjeux environnementaux, elle n'empêche pas d'identifier d'autres types de conséquences à ce stade – même si elles ne seront pas quantifiées par la suite.

La quantification consiste à réaliser un inventaire de cycle de vie (ICV) pour chaque conséquence, en utilisant, comme pour l'ACV, des données spécifiques d'activité et des données génériques disponibles dans des bases de données. La traduction de cet ICV en impacts environnementaux se fait à l'aide de la méthode de caractérisation Environmental Footprint de la Commission Européenne. Des **seuils de tendances** sont définis pour chaque

catégorie d'impact, permettant **d'identifier les conséquences contribuant faiblement, moyennement ou fortement au résultat**. Enfin, les conséquences liées à la mise en œuvre de l'action (considérées comme des charges) sont sommées pour chaque catégorie d'impact, de même que celles que l'action permet d'éviter (considérées comme des bénéfices), et un bilan global de l'action est calculé en soustrayant les charges des bénéfices. S'il est positif, on considère que l'action a un impact négatif, et s'il est négatif, qu'elle a un impact positif. La méthode permet également le calcul d'un seuil pour chaque catégorie d'impact, dépendant de la robustesse de l'indicateur utilisé, permettant de conclure ou non sur la tendance de chaque catégorie. Ainsi, dans le cas où le bilan (différence entre bénéfices et charges) d'une catégorie est compris dans un intervalle défini par ce seuil, la méthode considère qu'il n'est pas possible de conclure quant au caractère positif ou négatif de l'action sur cet aspect environnemental.

2.3. Adéquation de la méthodologie Empreinte Projet® aux démarches low-tech

La méthode Empreinte Projet® présente certaines particularités qui peuvent présenter **un intérêt pour l'évaluation de projets low-tech par rapport à d'autres méthodes d'évaluation comme l'ACV**.

Tout d'abord, son approche centrée « projet » plutôt que « produit » (qui se traduit notamment par l'utilisation d'une unité d'analyse plutôt que d'une unité fonctionnelle) permet d'aborder le projet évalué de manière plus large en envisageant de manière plus globale ses conséquences. Cette philosophie conséquentielle de la méthode se prête a priori bien à l'évaluation de projets low-tech, puisqu'elle permet d'aborder leur **capacité de transformation de l'existant**, y compris pour des conséquences qui auraient pu être ignorées ou difficilement modélisées avec une méthode d'ACV classique (par exemple de type organisationnelles). La méthode laisse en effet la possibilité de lister des conséquences non environnementales, même si elles ne seront pas quantifiées, ce qui permet d'introduire une dimension supplémentaire dans le processus d'évaluation. Cette approche conséquentielle **rend également possible la prise en compte d'effets rebonds directs** (par exemple, une augmentation de consommation d'énergie liée à l'utilisation d'une source d'énergie moins chère) – enjeu central des démarches low-tech – en les considérant comme des conséquences à part entière (elle exclut cependant les effets rebonds indirects).

Cette méthode présente par ailleurs un certain nombre de **limites**, pas nécessairement liées au contexte low-tech. La principale est son **caractère spécifiquement environnemental**, forcément limitant pour des projets low-tech – même si, comme précisé précédemment, d'autres enjeux peuvent être abordés à la marge au moment de la construction de l'arbre des conséquences. Elle a également pour limite de ne pas permettre de comparer facilement des actions entre elles, ce qui est notamment dû à sa focalisation sur l'évaluation des conséquences d'une action par rapport à une référence. Elle rend donc difficile **l'extrapolation des résultats au-delà du contexte de l'évaluation**, ce qui peut être limitant pour statuer sur la **pertinence d'une solution low-tech dans l'absolu** – mais ce qui peut aussi être le cas en ACV, en fonction de l'approche retenue. Cette limite rejoint le caractère relatif des low-tech qui est notamment présent dans la définition des low-tech de l'ADEME : « un objet n'est pas low-tech dans l'absolu, il est plus (ou moins) low-tech qu'une solution alternative répondant au besoin initial » (2022). Ce choix méthodologique, ainsi que la dépendance à une liste de conséquences pouvant être incomplète si elle est mal construite, font que la méthode peut être globalement considérée comme moins robuste qu'une ACV réalisée dans les règles de l'art². Comme toutes les méthodes quantitatives d'évaluation, elle nécessite de s'appuyer sur des données primaires (obtenues par mesure) et secondaires (issues de bases de données) pour la modélisation des systèmes étudiés. Dans le cas de projets low-tech, cette approche peut être complexe étant donné le **caractère expérimental** de nombreux projets s'inscrivant dans cette démarche, ainsi que le **manque de standardisation et de traçabilité des composants et de la chaîne logistique qui font qu'il peut être difficile d'obtenir des données précises et de qualité** sur l'ensemble des éléments à évaluer. De même, les bases de données disponibles proposent en général des données représentant des moyennes à des échelles au mieux nationales, **rendant difficile la modélisation de la dimension située des low-tech** et la prise en compte de spécificités très locales. Enfin, la méthode Empreinte Projet® reste une méthode relativement complexe d'utilisation et encore peu reconnue, ce qui peut contraindre son appropriation par des acteurs low-tech.

2.4. Interprétation des résultats

2.4.1. Présentation des projets évalués

Six projets, identifiés par l'ADEME, sont évalués dans le cadre de ce projet, et décrits dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable**. ci-dessous :

² Voir « Guide d'aide à la sélection des méthodes d'évaluation environnementale », ADEME, 2021 (p.204)

Porteur de projet	Projet	Description
La Belle Tech	Rocket Stove	Rocket Stove de 12 kW pour cuisson avec production d'eau chaude, compatible four à bois, plat à paëlla et plancha, destiné à être utilisé pour de la cuisine collective en extérieur.
Betobo	Borne de recharge solaire	Réalisation des bornes de recharge solaire pour vélo à assistance électrique.
Echo's Lab	Passilow	Modules de type Tiny House 100% biosourcés et en réemploi fonctionnant sans chauffage ni ventilation mécanique, pouvant être utilisés comme espace d'habitat ou de travail.
Human Mob	Waylibus	Waylibus est un VCAE (Vélo Collectif à Assistance Electrique) permettant le transport de 9 personnes (8 passagers et 1 chauffeur). Chaque personne participe au déplacement à l'aide d'un pédalier dynamo générant de l'électricité stockée dans une batterie alimentant le moteur déplaçant le véhicule. Il vise en priorité le transport d'enfants.
Kylil Kids	Kylil Power	Kylil Power est une solution de divertissement numérique éducative à destination des enfants de passage dans des établissements recevant du public (restaurants, magasins, centres commerciaux, etc.). Elle prend la forme d'un panneau mural autonome en énergie et constitué d'une manivelle permettant à l'utilisateur d'actionner une animation mécanique et d'alimenter en énergie un écran e-ink situé au centre du panneau, diffusant des jeux pilotés par le mouvement de la manivelle. Ces jeux sont simples et ont pour thème le développement durable, afin de sensibiliser les enfants.
Les Compagnons Bâisseurs	Chantiers d'auto-réhabilitation	Accompagnement des personnes les plus fragiles dans la rénovation ou la construction de leur logement via des chantiers d'auto-réhabilitation accompagnée, de la formation ou de l'insertion professionnelle.

Tableau 1 Description des projets évalués

Chaque projet a été soutenu d'une manière ou d'une autre par l'ADEME. Leur lien avec les low-tech peut être revendiqué (Rocket Stove ou Passilow par exemple), ou avoir été remarqué et identifié comme tel a posteriori par l'ADEME (Kylil Kids par exemple).

A noter que faute de données disponibles, l'évaluation du projet des Compagnons Bâisseurs n'a pas pu être menée au-delà d'une Empreinte Projet de niveau 1 (c'est-à-dire limitée à la réalisation de l'arbre des conséquences).

Les scénarios de référence utilisés pour l'évaluation sont présentés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous. Il inclut également les unités d'analyse, autre élément clé de la mise en œuvre de la méthode Empreinte Projet®, ainsi que les principales hypothèses et limites des différentes évaluations.

Projet	Scénario de référence	Unité d'analyse	Principales hypothèses et limites
Rocket Stove	Un système de cuisson au gaz classique pour de la restauration collective en extérieur, comprenant un support de cuisson et son alimentation en gaz (70% des utilisations),	La préparation de repas à l'aide d'un système de cuisson collective en extérieur pendant 1 an, soit 12000 repas.	Remplacement strict d'un appareil « conventionnel » (pas d'effet rebond) Utilisation systématique de palettes usagées Utilisation d'un proxy (poêle de masse pour chauffage) pour la modélisation des émissions de combustion.

	ainsi qu'une plaque à induction (30% des utilisations).		
Borne de recharge solaire	Faute de moyen de recharge, les utilisateurs privilégient d'autres modes de transport (voiture, transports en commun, etc.)	Le trajet réalisé dans le cadre domicile-travail, 50 kilomètres par jour, sur 1 an.	On considère que 100% des utilisateurs potentiels sont passés à la mobilité douce à la suite de l'installation de la borne. On alloue 50% de l'impact de fabrication des panneaux photovoltaïques et des batteries à leur seconde vie au sein de la borne BETOBO. Non prise en compte des effets d'échelle potentiels.
Passilow	Mise en œuvre d'une tiny house actuellement produite par La Fabrik à Yoops, non équipée du système Passilow.	Une tiny house de 14,5m² pouvant servir d'habitat ou d'espace de travail et son utilisation pendant 1 an en France.	Pas de prise en compte de l'influence du projet sur la configuration des tiny houses (homologation logement social). Performances, maintenance et durée de vie identiques entre tiny houses avec et sans Passilow. Pas d'impact alloué à la production des matériaux réemployés.
Waylibus	Les enfants sont amenés et ramenés de manière habituelle à l'école (voiture, marche, vélo, etc.).	Le trajet domicile-école de 8 enfants en école primaire habitant en Normandie pendant 1 an.	Utilisation du Waylibus pour d'autres fonctions (tourisme, etc.) en dehors des périodes scolaires (vacances et week-ends). Trajets en voiture du scénario de référence entièrement alloués au transport des enfants. Remplissage systématique du Waylibus. Réemploi systématique de la batterie.
Kylil Power	Mise en œuvre d'un jeu Kylii Kids « standard ».	Un jeu électronique pour enfant utilisé dans un établissement recevant du public pendant 1 an.	Modèle économique stable : pas d'augmentation des ventes à la suite du déploiement des Kylii Kids (uniquement remplacement de jeux standards). Comportement systématiquement idéal des utilisateurs (notamment pour renvoi produits en fin de vie).
Chantiers d'auto-réhabilitation	Faute de moyen, technique, administratif ou financier, il n'y a pas de rénovation du logement.	Utilisation d'un logement de dimension similaire pendant 1 an.	L'analyse se fait à l'échelle d'un chantier spécifique. On considère que la rénovation du bâti va permettre une réduction de la consommation énergétique. En l'absence de rénovation, on postule que la durée de vie des équipements électroniques serait réduite de 50%.

Tableau 2 Scénarios de référence et unités d'analyse

Après la validation des scénarios de références avec les porteurs de projets, l'arbre des conséquences de chaque projet a été construit, en discussion avec chaque porteur, comme ci-après :

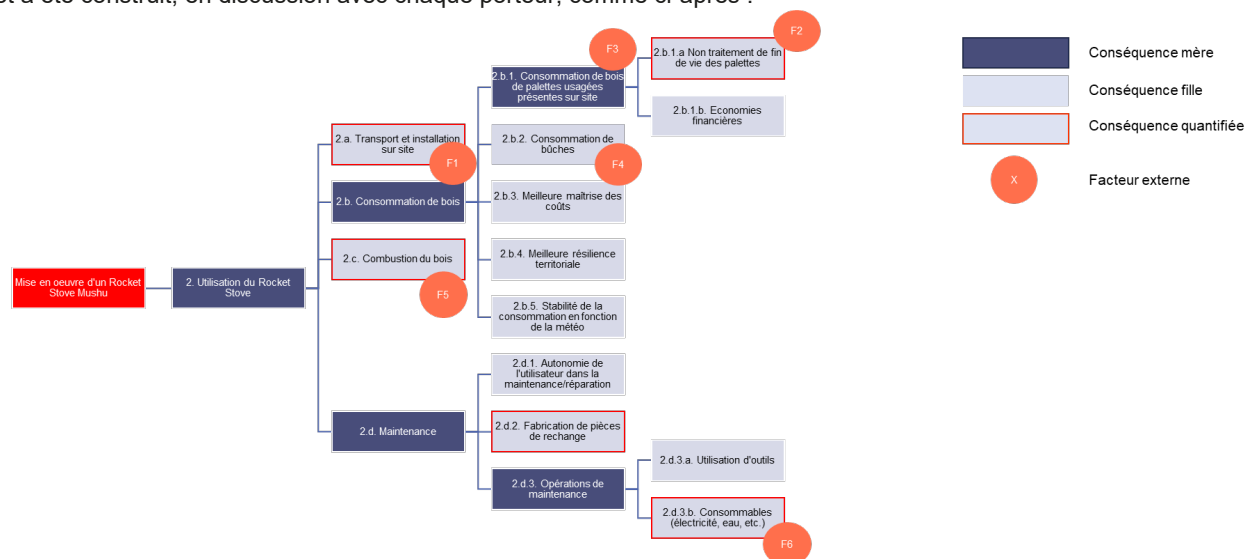


Figure 3 Branche de l'arbre de conséquences du Projet Rocket Stove

Chaque projet a donc une présentation des différentes conséquences qui peuvent avoir lieu en cas de mise en place de la solution.

Dans le cadre de cette étude, les conséquences sociales n'ont pas été quantifiées bien que certaines apparaissent dans les arbres des conséquences. Certaines conséquences sont sensibles aux évolutions de marchés, ou de technologies, d'où la présence de la notion de facteur externe, qui peut exercer une influence sur la conséquence sans qu'elle puisse être quantifiée précisément dans le cadre de l'étude.

Une fois cette identification des limites et des conséquences à quantifier réalisée, la collecte des données nécessaires à l'évaluation de leur solution et pour le scénario de référence a été réalisée via des échanges avec les porteurs de projet. Selon la typologie de projet et le scénario de référence, la capacité à collecter des données de qualité, via les porteurs de projet directement ou par bibliographie, s'est avérée variable d'un projet à l'autre.

L'ensemble des évaluations ont été réalisées sur le logiciel SimaPro avec la base de données Ecoinvent version 3.10, en allocation « cut-off » et selon la méthode d'évaluation du Environmental Footprint 3.1 (adapted).

2.4.2. Synthèse des résultats

Etant donné le caractère comparatif de la méthode Empreinte projet®, les résultats sont présentés comme un delta d'impact entre le scénario de référence et la mise en œuvre de l'action. Le niveau 3 de l'Empreinte Projet® permet de dégager les tendances environnementales des projets. Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous présente une synthèse des tendances des cinq projets évalués.

	La Belle Tech - Rocket Stove	Betobo - Borne de recharge VAE	Echo's Lab - Passilow	Human Mob - Waylibus	Kylli Kids - Kylli Power
Changement climatique	+	+	+	+	+
Appauvrissement de la couche d'ozone					
Toxicité humaine, effets cancérigènes		+		+	
Toxicité humaine, effets non-cancérigènes			+		
Particules fines	+	+		+	
Radiations ionisantes					
Formation d'ozone photochimique		+		+	

Acidification					
Eutrophisation terrestre					
Eutrophisation, eau douce					
Eutrophisation, marine					
Usage des sols					
Ecotoxicité, eau douce					
Ressources en eau					
Ressources minérales et métalliques		+	+		+
Ressources énergétiques fossiles	+	+	+	+	+
Bilan Score unique					
	Bénéfices supérieurs aux charges				
	Charges supérieures aux bénéfices				
	Ecart non significatif				
+	Indicateur pertinent				

Tableau 3 Tendances par indicateur et bilan score unique

Pour la très large majorité des catégories d'impacts, **les projets évalués permettent d'apporter des bénéfices supérieurs aux charges environnementales qu'ils engendrent**. C'est en particulier le cas pour les catégories d'impacts que la méthode identifie comme étant des « indicateurs pertinents », c'est-à-dire des catégories d'impacts dont l'addition des bilans (charges moins bénéfices) en valeur absolue permet d'atteindre 80% du total du score unique. Un seul projet présente une charge supérieure à ses bénéfices pour une catégorie identifiée comme pertinente (projet La Belle Tech, indicateur Particules fines, en raison de l'importante combustion de biomasse).

Au global, les bénéfices proviennent principalement de **l'évitement de consommation d'énergie fossile ou électrique** (ensemble des projets), ainsi que de **l'utilisation de composants ou matériaux réemployés** (Passilow) ou **moins complexes** technologiquement (Kylli Power). Ces leviers, généralement bien identifiés dans le cadre conceptuel des low-tech, démontrent ici leur pertinence.

Quelques points d'attention ressortent néanmoins sur certains projets, notamment liés à la **combustion de biomasse** (Rocket Stove), à la **consommation d'électricité** (Waylibus) ou à la **fabrication de composants électroniques** (Waylibus). Bien qu'ils ne permettent pas de conclure quant à des tendances généralisables à l'ensemble des projets low-tech (en lien avec le faible nombre de projets évalués), ils montrent que des transferts d'impact liés à des choix techniques sont possibles, et qu'il convient de rester vigilant sur l'ensemble des effets potentiellement générés par un projet, même low-tech. Plus largement, cela peut impliquer une **réflexion sur le « degré low-tech » d'une solution**, avec une mise en balance des enjeux qu'elle cherche à cibler prioritairement (économie de ressources, accessibilité, dépendance énergétique, etc.) face à certains impacts environnementaux moins directement identifiables (transferts d'impact) qu'elle pourrait générer et qui sont directement liés à certains choix techniques. Même si ces conclusions sont limitées par des approximations liées au niveau de finesse des évaluations, nous recommandons de **consolider l'analyse des transferts d'impact et l'identifications des choix technologiques permettant de réduire ces transferts**. Par exemple, l'émission de particules fines liée à la combustion de biomasse pourrait être réduite par l'utilisation de filtres, et l'eutrophisation liée à l'utilisation d'écrans d'information pour utilisateurs pourrait être réduite en limitant le nombre d'écrans ou en privilégiant des écrans réemployés.

Tous les projets évalués exercent une influence forte (et a priori positive) sur le changement climatique et la consommation de ressources énergétiques fossiles, puisque ces deux catégories sont identifiées comme pertinentes pour tous les projets. La consommation de ressources minérales et métalliques et les émissions de particules fines apparaissent également comme particulièrement influencées par la démarche low-tech, puisqu'elles sont identifiées comme pertinentes pour la moitié des projets évalués. L'influence exercée sur ces catégories semble cohérente avec les principes de la démarche low-tech, notamment par l'attention particulière qu'elle porte à l'économie de ressources. Il est cependant important de noter que la contribution d'une catégorie au score unique est également influencée par le mode de calcul de cet indicateur, qui utilise des critères de pondération différents pour chaque catégorie (par exemple, la catégorie changement climatique représente 21,06 % de la note en score unique). La sélection des catégories pertinentes s'appuyant sur le score unique, il n'est donc pas surprenant que les catégories avec une pondération importante (comme le changement climatique, les particules fines, ou l'épuisement des ressources) ressortent particulièrement – même si cela ne remet pas en question l'influence des projets évalués sur les contributions.

Les catégories liées à la toxicité (toxicité humaine et écotoxicité) reposent sur des méthodes de caractérisation à la robustesse scientifique plus faible que les autres, ce que la méthode Empreinte Projet® traduit par la nécessité d'avoir des écarts très importants entre charges et bénéfices pour pouvoir conclure. Si ces incertitudes empêchent d'identifier des tendances nettes pour ces catégories, elles montrent que **les projets low-tech évalués ne permettent a priori pas un bénéfice suffisant sur les enjeux de toxicité par rapport au seuil de tendance**

défini par la méthodologie EP – voire qu'ils peuvent potentiellement avoir un impact négatif. Il semble donc nécessaire que ces catégories, globalement moins mises en avant par le cadre conceptuel des low-tech que celles liées au changement climatique ou à l'épuisement de ressources, soient bien identifiées et prises en compte par les porteurs de projet.

Ces résultats sont néanmoins limités par le niveau d'analyse retenu : il a en effet été choisi de réaliser des évaluations de niveau 3, correspondant à des **évaluations simplifiées**. Les approximations qui en découlent ne permettent donc que de **dégager des grandes tendances**, qui devraient faire l'objet d'analyses plus fines pour être confirmées et quantifiées précisément. Cette approche rend également difficile l'extrapolation des résultats au-delà du contexte de l'évaluation (scénarios de références et unités d'analyse), et donc à l'ensemble des projets s'inscrivant dans le cadre d'une démarche low-tech.

2.5. Enseignements du volet 1

Le premier volet de cette étude avait pour objectif d'évaluer les potentiels « bénéfiques » environnementaux des démarches low-tech et d'aider à la construction de l'outil de caractérisation des démarches low-tech. Il a permis d'identifier différents enseignements :

2.5.1. Impact environnemental de projets low-tech

Le premier enseignement de ce volet est environnemental. L'évaluation des démarches low-tech mentionné précédemment permet de constater une **tendance globalement favorable aux démarches low-tech**, avec des bénéfices supérieurs aux charges environnementales sur la majorité des indicateurs. Dit autrement, les évaluations réalisées grâce à la méthode Empreinte Projet® ont permis de mettre en avant des bénéfices environnementaux des démarches low-tech par rapport à des scénarios de référence utilisant des solutions plus conventionnelles. Par ailleurs, des analyses de sensibilité simplifiées ont permis de constater que les **réels bénéfices des démarches low-tech sont liés à des changements de comportements des utilisateurs**. Ainsi, plus une solution arrive à influencer les comportements des usagers, plus elle apparaît comme bénéfique (par exemple, dans abandon de la mobilité thermique pour 100% de mobilité douce). Enfin, les différentes évaluations ont montré que les **leviers centraux des démarches low-tech** (économie de ressources, recherche de simplicité technologique, etc.) **semblent pertinents et efficaces**. Il est toutefois important de noter que la méthode Empreinte Projet® se base sur une **comparaison avec un scénario de référence**, et que celui-ci devient donc un facteur déterminant dans la définition du système auquel la solution low-tech se compare.

2.5.2. Limites de la méthode Empreinte Projet® dans l'évaluation des low-tech

La réalisation de cinq Empreinte Projet de niveau 3 et une Empreinte Projet de niveau 1 avec six porteurs de projets de domaines différents nous a permis de mettre en lumière certaines limites de la méthode dans ce contexte spécifique d'évaluation de projets issus de démarches low-tech. Tout d'abord, et comme mentionné précédemment, **le choix du scénario de référence peut induire une variation de résultats importante pour un même projet**, et donc à des conclusions très différentes. Si ce point est valable quel que soit le contexte d'application de la méthode, il est renforcé dans le cadre de projets low-tech pour lesquels **les visions du marché et de la concurrence peuvent être mal définies** – ce qui peut rendre difficile une définition rigoureuse du scénario de référence auquel se substitue la solution low-tech.

Une autre limite de la méthode repose sur la nécessité d'une **implication poussée des porteurs de projet**. Dans le cadre d'une évaluation ACV « classique », ils sont sollicités pour fournir informations sur les différents intrants et sortants de leur produit tout au long de son cycle de vie, ce qui peut être déjà assez contraignant pour certaines organisations. Dans le cadre de la méthode Empreinte Projet®, les porteurs de projets sont en plus sollicités sur la construction des arbres de conséquences, mais également pour collecter des données sur le scénario de référence. Selon le scénario choisi, cela peut impliquer de devoir faire un benchmark technique et une collecte de données sur des produits concurrents. Dans le cas où ces informations ne seraient pas accessibles, des hypothèses doivent être faites. Ceci peut amener à une asymétrie dans la qualité des données collectées et donc à une note globale de fiabilité assez faible – ce qui a été le cas dans la plupart des études réalisées lors du volet 1. Là encore, si ce point est intrinsèquement lié à la méthode en elle-même, il est renforcé dans le cadre de projets low-tech qui peuvent être portés par des équipes limitées en ressources humaines et qui n'ont pas forcément de vision précise de leur marché et de leur concurrence.

2.5.3. Adaptations méthodologiques

Un arbre de décision a été conçu afin de faciliter le choix du scénario de référence. Il s'appuie sur des scénarios « types » inspirés de ceux proposés par les méthodes Empreinte Projet® et QuantiGES, et vise à **aider à la décision et à la justification dans le choix d'un scénario de référence** qui est un choix structurant de l'évaluation :

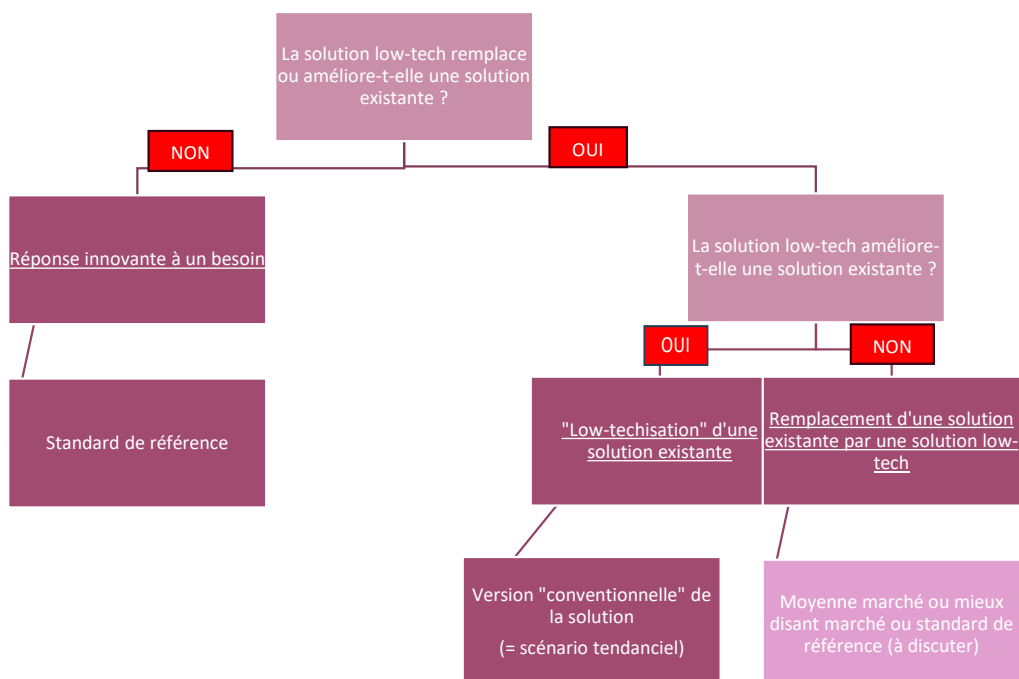


Figure 4 Arbre d'aide à la décision pour déterminer un scénario de référence dans le cadre de l'application de la méthode EP

Cet arbre doit permettre aux porteurs de projet avec des connaissances limitées de leur marché, de savoir **comment se positionner par rapport à un scénario de référence**. Le second objectif de cet arbre est de permettre de **justifier le choix d'un scénario de référence** quand plusieurs options sont envisagées.

Il s'agit d'un outil d'aide à la décision et d'harmonisation, pour éviter la sélection d'un scénario de référence trop favorable au projet ou déconnecté de la réalité du marché.

2.5.4. Nécessité d'intégrer une évaluation sociale

La démarche low-tech repose sur une réflexion liant **enjeux technologiques et sociaux**, en proposant **une reconfiguration de nos rapports à la technique** et en visant une transformation systémique de nos modes de vie. Cela passe par une place importante accordée à l'appropriation de connaissances et de savoir-faire, à la notion de démarche située, à l'accessibilité, etc. Or, si la méthode Empreinte Projet® permet d'évoquer ces éléments lors de la réalisation de l'arbre des conséquences, **elle ne permet pas de les quantifier et de les intégrer à la comparaison** entre scénario low-tech et scénario de référence. Cela peut conduire à minimiser certains aspects pourtant centraux des projets, et à biaiser leur comparaison en les réduisant à leur dimension environnementale. Si cela n'a pas eu d'impact important dans le cadre des évaluations réalisées (puisque tous les projets apportent a priori un bénéfice environnemental), l'intégration d'un volet social permettrait d'une part de potentiellement renforcer l'intérêt des projets low-tech, et d'autre part, dans le cas où le bénéfice environnemental est faible voire négatif, de **mettre en perspective les résultats avec les éventuels bénéfices sociaux du projet**.

Pour conclure, l'utilisation de la méthode Empreinte Projet® nous a permis de mettre en lumière les bénéfices potentiels des démarches low-tech. Cette étude a également mis en lumière la nécessité de **sensibiliser, voir former, les différents acteurs à l'utilisation de la méthode Empreinte Projet®** pour permettre sa bonne application, et la nécessité d'une **harmonisation dans le choix des scénarios de référence** (cf. Figure 4). Enfin, comme le démontrent les travaux du volet 2 qui approfondissent les enjeux de caractérisation d'une démarche low-tech, les aspects sociaux de ces démarches ressortent comme un levier de réduction d'impact qui vise à la transformation de nos modes de consommation.

3. Revue bibliographique

3.1. Contexte des travaux

3.1.1. Objectifs de la revue bibliographique

Cette étape a pour objectif de **garantir la robustesse des travaux** de l'étude, tout en positionnant les éléments produits et la démarche méthodologique adoptée par rapport à l'état de l'art.

Elle informe l'outil de caractérisation à partir du positionnement des travaux existants sur les points suivants :

- Acteurs visés et la finalité de la caractérisation ;
- Critères, sous-critères et indicateurs d'évaluation utilisés ;
- Méthode d'évaluation de la performance du projet sur les différents indicateurs (quantitatif, qualitatif...) ;
- Type de résultats obtenus sur le caractère low-tech ;
- Méthodologie d'agrégation ou de pondération utilisée aux différentes étapes de l'analyse pour parvenir à ce résultat ;
- Nature située ou comparative de l'analyse.

Le développement de méthodologie de la mise en œuvre de la démarche low-tech dans les organisations à quant à lui bénéficié de l'identification :

- De méthodes existantes permettant d'appliquer une démarche low-tech ;
- D'étapes de réflexion permettant de faciliter la reconception d'un produit pour le rendre plus low-tech ;
- De principes d'action qui correspondent à la démarche low-tech et applicables dans les organisations

3.1.2. Constitution du corpus d'étude

Le corpus d'étude a été constitué principalement d'articles académiques et de littérature grise. Celui-ci était composé de travaux contenant des revues **systématiques** (Audrey Tanguy L. C., 2023), (OséOns, 2022), (ADEME, Goodwill-management & Low-tech Lab, 2022), (Delcourt M., 2020), ainsi que de travaux avec une **visée appliquée** (Burckard, 2024), (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020), (Lowreka, 2025), (Néoloco, 2025), (La Belle tech, 2025). Ceci est aussi bien valable pour la revue systématique des outils de caractérisation et des critères utilisés, que pour l'analyse des démarches low-tech à destination des organisations.

Le fait d'inclure plusieurs revues systématiques a eu pour avantage de permettre de **couvrir une grande partie de la littérature**. Cependant, des références incontournables des low-tech ont pu être traitées plusieurs fois via des sources différentes, et donner plus de redondance à certains critères et/ou principes mobilisés dans ces travaux. Certains consensus ont ainsi pu être renforcés par la sélection des articles, et orienter en partie les sous critères sélectionnés. Nous n'y voyons cependant pas d'incompatibilité majeure avec les objectifs de la revue bibliographique, à savoir positionner les travaux par rapport à l'état de l'Art et **d'identifier les consensus ou concepts incontournables pour les y intégrer**.

Ce corpus a été complété par des **entretiens semi-directifs** auprès de porteurs de projet qui s'étaient positionnés vis-à-vis des démarches low-tech dans les organisations ou qui avaient développé des outils de caractérisation similaires à celui du projet. Les personnes interrogées³ ont notamment été sollicitées sur les critères et sous critères utilisés, les partis pris méthodologiques qui ont guidé leurs travaux, leur retour d'expérience sur la création d'outil de caractérisation et de méthodologie d'application des low-tech dans les organisations et pour identifier d'éventuelles ressources complémentaires.

³ Les entretiens se sont déroulés avec les personnes suivantes : Emile Burckard, au sujet de l'outil de positionnement vis-à-vis des low-tech pour les concepteurs développés dans le cadre de ses travaux à Orange, l'équipe du Lowreka score, qui évalue et positionne des produits à référencer par rapport aux critères utile, durable et accessible, ainsi qu'Illan Vermeren, qui s'est basé sur des travaux de Sentier Ergonomie pour développer une grille d'analyse à destination des acteurs du réseau low-tech normand. L'équipe d'Amerma a également été sollicitée sur son retour d'expérience dans le secteur industriel, et sur les travaux en cours dans le cadre du projet européen financé par l'ADEME PACA.

3.2. Synthèse des éléments de revue bibliographique : outil de caractérisation

3.2.1. Critères de caractérisation

Les écrits étudiés dans le cadre de la revue bibliographique couvrent à la fois des analyses portant uniquement la **définition** ou **conceptualisation par critère des démarches low-tech**, et aussi des travaux portant spécifiquement sur des **outils d'évaluation ou caractérisation**.

Les différents travaux étudiés ont été positionnés par rapport aux critères listés dans le rapport « Etat des lieux et perspectives des démarches low-tech » de l'ADEME, Goodwill-management et du Low-tech Lab (2022). En effet, nos travaux s'inscrivent dans la **continuité directe de ce rapport**, avec pour objectif de décliner des outils concrets pour permettre l'adoption des démarches low-tech par les acteurs économiques.

Néanmoins, la caractérisation vise tout autant à permettre à des acteurs novices de prendre en main la démarche low-tech, qu'à permettre à des acteurs déjà engagés de valoriser leurs travaux. Dès lors, une catégorisation simplifiée, se basant sur les travaux du Low-tech Lab a été choisie. Ces trois notions font par ailleurs consensus au sein de la communauté low-tech et sont souvent repris comme des axes principaux déclinés en sous critères. Les critères proposés dans le rapport d'état des lieux (ADEME, Goodwill-management & Low-tech Lab, 2022), ont été retenus comme échelle d'analyse à l'échelle des sous-critères.

3.2.1.1. Critères en lien avec l'utilité

Parmi l'ensemble de la littérature et des outils consultés, les critères et sous-critères en lien avec l'utilité sont traités sous deux angles différents :

- Questionnement du besoin
- Recherche de frugalité

Le « questionnement du besoin et la recherche de frugalité » fait de plus partie des critères « noyaux » de la définition de l'ADEME (ADEME, Goodwill-management & Low-tech Lab, 2022). L'objectif poursuivi par les démarches low-tech est clair : répondre à des besoins essentiels plutôt que superficiels, et y répondre de la façon la plus frugale possible.

3.2.1.1.1. Questionnement du besoin

L'étude de la finalité d'une solution, à savoir le besoin utilisateur, recueille un **large consensus** (présent dans 9 des 11 études), mais demeure subjective et délicate à aborder. L'appréciation du besoin est très liée au contexte social, économique et géographique dans lequel il s'insère. La plupart des travaux et démarches s'attachent en revanche à souligner la **remise en cause** du besoin et le **niveau de réponse** apporté par rapport à un besoin donné, ce questionnement n'amenant pas systématiquement à des réponses binaires⁴.

Parmi les différents critères rattachables au questionnement du besoin, certains portent ainsi sur le besoin en lui-même (7 critères dans 6 études). Les **besoins sont dès lors évalués indépendamment du système sociotechnique** dans lequel ils s'inscrivent. L'outil de caractérisation codéveloppé par l'IAE de Nantes, Centrale Nantes et relayé par APALA (2020) mobilise par exemple la **pyramide de Maslow**⁵ pour classer et apprécier le caractère essentiel du besoin, tandis que le rapport « Exploration des voies, méthodes et outils pour un essor systémiques de la low-tech » (Michel Foata-Prestavoine, 2022) évalue le caractère « physiologique » du besoin pour apprécier son utilité. Ces critères sont généralement complétés par d'autres critères : les travaux de l'IAE de Nantes et Centrale Nantes incluent par exemple un critère permettant d'apprécier la « présence importante dans la vie quotidienne » pour apprécier l'utilité en complément de la pyramide de Maslow.

Plusieurs sources du corpus (4 études) ont tourné leurs évaluations vers les plus concernés : les utilisateurs. Deux approches se distinguent, celles qui évaluent **l'expression du besoin par les usagers** en amont de la conception du système et celles qui évaluent la **réception du système par ses consommateurs**. C'est le cas du « Lowreka Score » (Lowreka, 2025), qui sollicite les consommateurs sur l'utilité des objets à évaluer. Cette évaluation collective de l'utilité est également celle adoptée dans le rapport « Glocal low-tech » (Michel Foata-Prestavoine, 2022), avec une dimension territoriale forte. L'autre approche, en amont de la conception est adoptée par Emile Burckard qui évalue le caractère libre et autonome de l'expression du besoin chez l'utilisateur tandis que la grille d'évaluation comprise dans le rapport « Vers des villes low-tech » (Paris&Co, AREP, SNCF immobilier, Groupama, GRDF, Eiffage, BNP Paribas Real Estate, 2024) utilise ainsi le terme de « désirabilité » (2024). Ce terme est utilisé de concert avec deux autres notions : la « maintenabilité », qui s'assure que la réponse au besoin initiale perdure, et l'« évolutivité » qui évoque une évolution du besoin dans le temps à laquelle le système doit pouvoir répondre. Ces deux composantes sont la garantie de l'utilité dans le temps, également présente dans le critère « viabilité

⁴ Tel que besoin essentiel/superflu ou utile/inutile.

⁵ Pyramide, hiérarchisant les besoins en fonction de leur caractère fondamental, proposée par le psychologue Abraham Maslow dans « A Theory of Human Motivation » en 1943.

technique fonctionnelle à court moyen et long terme » de Bournigal et Keller (2021). Ils forment une partie intégrante des réflexions lors de la conception (au-delà de l'allongement de la durée de vie évoquée dans la partie 3.2.1.3.1 Prise en compte des limites écologiques et de l'impact environnemental). Cette approche a également pour objectif de contrer « l'inversion des fins et des moyens » (Burckard, 2024) dans laquelle la production d'un produit ou service suscite la création d'un besoin plutôt que d'y répondre. Cette volonté fait écho à l'outil de l'IAE et Centrale Nantes (2020) qui inclut une vérification pour s'assurer que le système « ne remplace pas un produit qui existe déjà par effet de mode ».

L'approche du Lowreka score se distingue des autres publications du corpus étudié, en accordant une attention particulière aux **co-bénéfices apportés** et le relie à une augmentation de l'utilité du système étudié. Cette approche est permise par le critère de « complétude fonctionnelle » qui examine les mutualisations permises par le système. Néanmoins, ce critère peut entrer en opposition avec d'autres sous-critères, notamment les approches de la frugalité qui visent à recentrer le système autour du besoin.

3.2.1.1.2. Recherche de frugalité

Directement relié au questionnement du besoin par l'ADEME (2022), la recherche de la frugalité est un sous critère mobilisé **par la totalité du corpus**.

L'approche dominante (7 critères, 5 études) consiste en l'identification de fonctions « superficielles », non nécessaires à la réponse au besoin. La majorité des critères précités amendent le qualificatif « superficiel » : pour le rapport Glocal low-tech (OséOns, 2022) la distinction doit se situer au niveau des fonctions présentes par « effet d'opportunité, de dépendance, de rivalités de pouvoir ou d'image ». Emile Burckard évoque davantage l'objectif de « suffisance pour l'épanouissement » pour définir les fonctionnalités essentielles (Burckard, 2024).

D'autres critères (4 critères dans 3 études) préfèrent évoquer la **notion de simplicité**, à savoir celle du système et des fonctionnalités proposées : « plus grande simplicité technologique » (Antoine Martin, 2022). Les systèmes dont la finalité est de « décomplexifier » ou d'« éliminer la complexité inutile » sont également mis en avant, par Bournigal et Keller (Les low-tech ou l'art du techno-discernement, 2021) et OséOns (GLOCAL Low-tech, Exploration des voies, méthodes et outils pour un essor systémiques de la low-tech, 2022) respectivement. Dans sa définition plus large, la simplicité contribue à d'autres dimensions des démarches low-tech comme l'accessibilité (voir 3.2.1.2 Critères en lien avec l'accessibilité 3.2.1.2).

Cette démarche de frugalité permet également de **questionner le niveau de réponse au besoin**. Une réponse supérieure aux attentes des utilisateurs serait qualifiée de non frugale comme d'inefficace, tandis qu'une réponse inférieure serait peut-être frugale mais resterait inefficace. Parmi le corpus, 12 critères dans 7 études se détachent en mentionnant explicitement le caractère **situé** d'une démarche low-tech. Emile Burckard considère ainsi qu'une solution située « est développée de manière adaptée au contexte systémique dans laquelle elle sera ancrée » (Outil d'accompagnement dans la conception d'une solution low-tech, 2024). Dès lors, une condition sine qua non pour proposer une réponse adéquate au besoin est **d'ancrer la conception dans le contexte d'utilisation du système**. D'autres publications s'attardent également, ou uniquement, sur les fonctionnalités du système : la cartographie du concept low-tech juge l'aspect « fonctionnel » du système (Antoine Martin, 2022), et Bournigal et Keller (2021) considèrent la « viabilité technique, fonctionnelle, écologique et humaine à court, moyen et long terme ». Certaines études abordent la notion de frugalité de façon plus oblique, sans citer directement le concept, notamment dans une démarche de minimisation des impacts environnementaux.

3.2.1.2. Critères en lien avec l'accessibilité

Les critères et sous-critères en lien direct avec l'accessibilité ont été catégorisés selon trois catégories :

- Accessibilité de la démarche et démocratisation de la technologie
- Recherche de simplicité et réduction de la complexité
- Implication des usagers

L'accessibilité de la démarche et la démocratisation de la technologie fait partie des critères noyaux définis par l'ADEME dans son rapport d'état des lieux des démarches low-tech (2022). Notion large, celle-ci est déclinée sous trois facettes au sein du rapport : compréhensibilité, la simplicité et l'accessibilité financière. L'accessibilité se trouve également au cœur du lien entre usager et objet, ce qui constitue un critère complémentaire du rapport d'état des lieux.

3.2.1.2.1. Accessibilité de la démarche et démocratisation de la technologie

Ce critère correspond à la volonté d'offrir au plus grand nombre la possibilité **d'utiliser ou de faire partie** d'un système low-tech (via les compétences à mobiliser, plutôt que les moyens matériels à mobiliser, détaillés dans le 3.2.1.2.2). Les expressions « plus grand nombre » ou « grand public » sont d'ailleurs utilisées dans 4 études, ou, de façon plus indirecte, via le principe « d'inclusivité » présent dans trois études supplémentaires. La condition qui sous-tend cette accessibilité du système au plus à un public large est la **simplicité des compétences** à mobiliser pour utiliser, fabriquer ou réparer le système, et la facilité d'acquérir ces savoirs et compétences via un système

donné. Il est également intéressant de noter que pour certains documents du corpus, l'accessibilité est positionnée comme une **finalité du système** low-tech. OséOns utilise notamment le critère « favorise le développement d'une culture forte et partagée » (2022) pour caractériser les démarches low-tech.

Deux autres notions plus précises abordées dans les travaux étudiés sont l'accessibilité financière du système ainsi que l'accessibilité des savoirs liés au système. **L'accessibilité financière** est détaillée via 6 critères dans 5 articles, notamment le Lowreka score (2025), via le « prix d'achat unitaire » et le « temps de retour sur investissement » pour prendre en compte les bénéfices permis via l'acquisition d'une solution low-tech (allongement de la durée de vie par rapport à une solution conventionnelle, économies à l'usage, etc.).

La notion **d'accessibilité des savoirs**, quant à elle, est abordée au travers de 13 critères dans 7 études. Celle-ci y est traitée de deux façons : la facilité pour l'utilisateur du système d'obtenir des informations liées à ce même système, et la libre répliquabilité du système. La traçabilité et la transparence du système sont mentionnées dans les travaux de l'IAE et Centrale Nantes et APALA (« Garantir la transparence et la facilité d'accès des informations sur le produit »), mais la majorité des critères concerne plutôt la libre répliquabilité des savoirs et la dimension « open-source ». L'utilisation de « licences créatives communes » est recommandée dans l'outil d'Emile Burckard (2024), tandis que le rapport GLOCAL oriente vers des systèmes qui « ne [reposent] pas sur la protection intellectuelle et le cloisonnement des savoirs » (OséOns, 2022).

3.2.1.2.2. Recherche de simplicité, et réduction de la complexité

La recherche de simplicité, et la réduction de la complexité peuvent être directement rattachés à **une accessibilité technique** du système, ou des moyens matériels à mobiliser, pour l'utilisateur. En ce sens, elle apparaît très fréquemment au sein du corpus de références bibliographiques (11 études sur 12). Certains critères abordent de façon plus précise ce concept, notamment en mentionnant spécifiquement **l'accessibilité technique des étapes** de fabrication, d'usage, de maintenance et de réparation, ou bien de **l'accessibilité des moyens techniques/ressources nécessaires à ces diverses étapes**. Bournigal et Keller incluent par exemple un critère portant sur « [l'entretien et la réparation] par les utilisateurs eux-mêmes autant que possible avec des pièces et matériaux standards » (2021), tandis qu'Antoine Martin, Alexandre Gaultier et Clément Colin mentionnent un système « simple à utiliser » avec « fabrication accessible » (Cartographie du concept low-tech : guider la conception vers des techniques soutenables, 2022).

La notion d'accessibilité technique est également abordée à travers la **modularité des systèmes**, qui permet l'adaptation à différents contextes, son appropriation par les usagers et la réparabilité (OséOns, 2022). La modularité est un critère pour 5 études, tour à tour rattachée à l'accessibilité technique ou à l'utilité. Abrielle Sirois-Cournoyer l'inclut via l'appréciation du caractère « modulable, ajustable et transformable au gré des besoins des utilisateurs et des contextes d'utilisation » (La nature du low-tech : un travail conceptuel et exploratoire., 2018).

Enfin, certaines publications (How to create sustainable artefacts? Towards a user centered design guide for low-techs/appropriate technologies, 2024), (GLOCAL Low-tech, Exploration des voies, méthodes et outils pour un essor systémiques de la low-tech, 2022) évoquent des critères connexes à l'accessibilité technique, mais qui pourraient également s'appliquer à des systèmes ne faisant pas partie de la démarche low-tech, comme la **sécurité du système**.

3.2.1.2.3. Implication des usagers

L'implication des usagers et la remise en cause de leur rapport à la technologie est un concept clé de la démarche low-tech. La notion d'outil convivial, théorisée par Illich (1973) est ainsi un concept remobilisé par nombre d'acteurs des low-tech et un ouvrage qui a marqué la démarche dans son ensemble. Il n'est donc pas étonnant de retrouver cette notion de convivialité dans la majorité des références du corpus (10 études sur 12). La plupart incluent l'**autonomisation individuelle** « Renforcer la contribution de l'homme, de son savoir-faire et de son sens pratique » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020) ; « appropriation » (Audrey Tanguy V. L., 2021) tandis que d'autres se concentrent sur une autonomie collective : « Rassure les habitants sur leurs capacités individuelles et collectives à subvenir à leurs besoins essentiels » (OséOns, 2022). Parmi les critères qui se distinguent, certains mentionnent la **capacité à monter en compétences** ou en prise de conscience à travers l'utilisation du système « La solution donne du pouvoir aux utilisateurs, pour améliorer leur contrôle sur la solution et sur les décisions qui y sont liées. » (Burckard, 2024). Pour la totalité des critères l'autonomisation des usagers est vue comme une finalité de l'utilisation du système : « accroît l'efficacité des fonctions du corps [...] puisqu'il ne soumet plus le corps à son mode de fonctionnement » (auteur). D'autres relient cette autonomisation à un **apport de sens à l'utilisateur** (voir §3.2.1.3.2).

Néanmoins, cette autonomisation ne représente qu'une partie de l'implication des usagers. En effet, « la création et l'entretien de liens sociaux » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020) peut également s'entendre comme une implication sociale des usagers dans les systèmes low-tech. Sept études du corpus l'intègrent ainsi dans leurs critères comme finalité du système : « Favorise la solidarité, la cohésion sociale » (Bournigal E., 2021) ou « Favorise les relations humaines (affectives, sociales) et l'estime mutuelle des habitants » (OséOns, 2022). Certaines s'attardent sur le rôle du « collectif et des interactions humaines » à l'étape de conception de la solution (Burckard, 2024). Ces critères sont complétés par d'autres évoquant la notion de « communs ⁶ », et de **gestion collaborative des ressources** soit directement (Burckard, 2024), (Antoine Martin, 2022) soit à travers la dimension coopérative du système étudié « Coopération et inclusion ⁷ » (Clément Colin, 2024).

3.2.1.3. Critères en lien avec la durabilité

La durabilité regroupe le plus grand nombre de critères avec 153 critères dans le corpus étudié. Ceux-ci peuvent être catégorisés de la façon suivante :

- Prise en compte des limites écologiques et de l'impact environnemental
- Prise en compte des implications systémiques

Deux critères « noyaux » du rapport état des lieux sont représentés ici, à savoir la prise en compte « des limites écologiques et de l'impact environnemental » et « des implications systémiques ». Ce dernier sous-critère se distingue de l'approche prédominante de la durabilité marquée par l'ACV en prenant en compte l'ensemble des impacts et leur inter causalité.

3.2.1.3.1. Prise en compte des limites écologiques et de l'impact environnemental

Le corpus regorge de critères en lien avec l'impact environnemental du système où toutes les étapes du cycle de vie sont ciblées. Une partie des travaux **approchent cette partie par l'impact du système étudié**. C'est le cas de l'IAE et Centrale Nantes qui incluent des indicateurs de mesure liés aux résultats d'Analyse de Cycle de Vie dans leur grille d'analyse, ou encore d'OséOns qui mobilise les résultats d'une analyse carbone, tandis que Lowreka base son évaluation de la durabilité environnementale sur une simplification d'ACV complète en croisant avec les stratégies d'écoconception de la roue de Brezet (empreinte matière, impacts liés à la production, la logistique, l'utilisation et la fin de vie du produit ou service).

D'autres travaux approchent plutôt via des **critères liés aux pratiques**, en ciblant parfois certaines étapes du cycle de vie. Notamment, plusieurs publications incluent des critères en lien avec la sobriété mobilisée à la fabrication et à l'utilisation comme Paris&Co (2024), ou encore A. Martin, A. Gaultier et C. Colin : « mobilise peu ou pas de ressources non renouvelables » et « à un rythme qui permet leur régénération » (Cartographie du concept low-tech : guider la conception vers des techniques soutenables, 2022). L'utilisation d'emballages ainsi que la fin de vie du système considéré constituent également des axes de réflexion du corpus, qui évalue à la fois la quantité et le type de déchets générés, ainsi que les types de traitements associés. L'outil développé par OséOns s'appuie par exemple sur trois critères en lien avec la fin de vie du système : « limite la génération de déchets (plastique notamment) » ciblant la quantité et la qualité du déchet, et « recyclable » / « réutilisable » le traitement effectué. Certaines intègrent des critères holistiques en lien avec les étapes du cycle de vie, **dessinant parfois un parallèle avec l'économie circulaire sur les étapes d'approvisionnement et de fin de vie des déchets** : « Logique d'économie circulaire sur l'approvisionnement (réemploi, recyclage...) » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020).

⁶ « Les communs désignent des formes d'usage et de gestion collective d'une ressource ou d'une chose par une communauté. Cette notion permet de sortir de l'alternative binaire entre privé et public en s'intéressant davantage à l'égal accès et au régime de partage et de décision plutôt qu'à la propriété. » issu de Daniela Festa, « Notion en débat : les communs », Géoconfluences, juin 2018.

⁷ Citation en anglais traduite par l'auteur

Le corpus relie ce concept de sobriété à celui de la **robustesse** (présent explicitement dans 4 critères (par exemple, « Résilience et robustesse de l'objet »⁸) (Clément Colin, 2024)). Néanmoins, l'accent porte ici davantage sur l'allongement de la durée de vie du système et notamment la lutte contre l'obsolescence programmée. La **réparabilité** revient ici explicitement dans 11 critères parmi 7 études : « La solution est durable notamment car réparable » (Burckard, 2024)⁹. Plusieurs solutions sont mentionnées par le corpus, comme l'utilisation de pièces détachées, la modularité, l'accès aux outils/matériaux nécessaires, ou encore l'usage de pièces standards. De même, l'entretien pour garantir l'absence de dysfonctionnements, est indiqué comme une solution d'allongement de la durée de vie : « Peut être entretenu et réparé par les utilisateurs eux-mêmes autant que possible avec des pièces et matériaux standards » (Bournigal E., 2021). **L'auto-construction**, c'est-à-dire la possibilité pour un usager de fabriquer lui-même un système, est aussi mentionnée « Garantir un produit fabriquable, réparable ou montable par l'utilisateur » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020). A ce titre, il est possible d'établir un lien entre les plusieurs éléments de cette présente section et le paragraphe 3.2.1.2 sur l'accessibilité, puisque tous deux découlent des réflexions menées lors de la conception du système. De même, et comme mentionné dans la section 3.2.1.1.13.2.1.1, l'allongement de la durée de vie s'associe à l'utilité dans une réflexion sur l'évolutivité et sur la réponse au besoin dans la durée.

3.2.1.3.2. *Prise en compte des implications systémiques*

Cette partie se distingue de la précédente car l'impact environnemental est complété par une **approche de soutenabilité forte** qui « [privilégie] le capital humain, social et environnemental par rapport au capital technologique et économique. » (ADEME, Goodwill-management & Low-tech Lab, 2022). Ainsi, l'aspect systémique renvoie aux enjeux au niveau de la société et non uniquement du système étudié.

D'un point de vue environnemental, huit publications mentionnent explicitement une conceptualisation plus large des impacts : « respecte les limites planétaires »¹⁰, (Antoine Martin, 2022)), « connexion positive avec l'environnement et réduction de l'impact environnemental »¹¹ (Clément Colin, 2024). Certaines publications axent spécifiquement cette analyse et les critères résultant **sur les interactions du système avec le milieu dans lequel il s'inscrit**, notamment en termes des « services écosystémiques » que ce milieu peut fournir (Burckard, 2024).

De même, de nombreux critères s'intéressent aux finalités du système et à sa capacité de transformation. Par exemple, A. Martin, A. Gaultier et C. mobilisent la finalité du système qui « génère des usages sobres » dans une démarche low-tech (Antoine Martin, 2022). Cette notion de finalité du système et de ses implications systémiques se rapproche de celle d'effet rebond, également mentionnée plusieurs fois dans le rapport de l'ADEME (2022)¹². En effet, les low-tech ont souvent pour objectifs d'éviter des effets rebonds à l'usage en proposant des solutions plus sobres à l'utilisation et dimensionnée sur le besoin des usagers. Quatre études du corpus font également référence explicitement ou indirectement à ce concept : « la solution limite au maximum les effets rebonds » (Burckard, 2024) ; « ne pousse pas à la multiplication des consommations par effet d'opportunité, de dépendance, de rivalités de pouvoir ou d'image... » (OséOns, 2022). OséOns mentionne par ailleurs l'intérêt que les **impacts soient connus par les bénéficiaires du système pour limiter cet effet** : « Les impacts sociaux directs et indirects de l'activité sont connus et assumés par ses bénéficiaires » (2022).

Enfin, la **recherche de sens** constitue le dernier axe traitant de la prise en compte des implications systémiques. Elle intervient par exemple au travers du critère « donner du sens à la vie des habitants, des usagers, des travailleurs » (Glocal low-tech. Exploration des voies, méthodes et outils pour un essor systémique de la Low-Tech, 2022). Ce critère est également repris par les travaux de Sentier Ergonomie, de l'université de Lorraine et de l'association EcoSD qui y adossent en plus le critère de production de « bien-être » pour l'usager (Antoine Martin, 2022). Enfin plusieurs critères vont au-delà de l'utilisateur et introduisent la **remise en cause du modèle de société** comme finalité, ou du moins la nécessité de constituer une « alternative » (Antoine Martin, 2022). Certains parlent davantage de résilience d'une société qui aurait une « dépendance externe limitée »¹³ (Audrey Tanguy L. C., 2023), marquée par une « résilience collective » (Paris&Co, AREP, SNCF immobilier, Groupama, GRDF, Eiffage, BNP Paribas Real Estate, 2024), ou par son « indépendan[ce] d'activités extérieures, pour sa production comme pour son usage. » (Burckard, 2024).

3.2.1.4. Critères transversaux

Au-delà des critères « utile durable et accessible », la vision systémique prônée par la démarche (3.2.1.3.2), appelle à intégrer des critères transversaux dans la caractérisation. Que ce soit au sujet de l'organisation à laquelle est

⁸ Citation en anglais traduite par l'auteur.

⁹ L'auteur distingue deux cas de figure : « pour une solution technique : l'usager peut facilement réparer lui-même ou être accompagné dans la réparation, notamment grâce à la simplicité de la tâche. Pour une solution non technique : des processus de gestion des dysfonctionnements sont anticipés et/ou faciles à mettre en place. »

¹⁰ Ou « Planetary boundaries », concept développé par le Stockholm Resilience Centre en 2009, identifiant des limites au-delà desquelles la planète n'a plus la capacité de se régénérer.

¹¹ Citation en anglais traduite par l'auteur.

¹² « L'effet rebond est un phénomène observé par des économistes, qui constatent que, régulièrement, une meilleure efficacité dans la production d'un produit conduit à une augmentation de sa consommation (ou de la consommation d'un autre produit) qui peut dépasser les gains environnementaux globaux liés à l'efficacité. », (ADEME, Goodwill-management & Low-tech Lab, 2022).

¹³ Citation en anglais traduite par l'auteur.

rattachée le système étudié, ou bien du caractère local voulu par la démarche low-tech, le corpus n'est pas muet sur ces critères transversaux.

3.2.1.4.1. Organisation en lien avec le système étudié

A total, neuf études présentent des critères en lien avec l'**organisation** à laquelle est rattaché le système étudié. Dans la majorité des cas, il y est question d'une **mise en cohérence du modèle d'affaires, ou bien du modèle de production**, avec la démarche low-tech. Les critères sont plutôt spécifiques et constituent davantage des solutions pour rendre plus low-tech une démarche, par exemple « privilégier l'artisanat à l'industrie » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020). Les termes incluent également la « présence publicitaire du produit », le fait de s'« [inspirer] de techniques et de savoir-faire anciens » (Antoine Martin, 2022) ou encore l'achat de « l'équipement de l'entreprise » en seconde main, ou « issu du réemploi de la réutilisation » (Burckard, 2024).

Par ailleurs, plusieurs critères traitent du caractère éthique de l'organisation ciblée, que ce soit en termes d'**objectif social porté**, (« instaurer un statut soutenable pour l'entreprise de production » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020)) ou plus majoritairement de la répartition des richesses au sein de l'organisation. En effet, les études valorisent le réinvestissement dans le développement de la structure ou le fait que « l'activité participe à libérer les acteurs de l'endettement et/ou de capitaux externes » (OséOns, 2022). Ces derniers sont également concernés par des critères traitant de leurs conditions de travail, de « l'organisation du travail à implémenter afin de produire des low-techs¹⁴ » (Clément Colin, 2024), voire de **gouvernance** de l'organisation (« élire démocratiquement la direction de l'entreprise » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020)).

3.2.1.4.2. Caractère local

La **dimension locale de la production et de l'échelle d'action** est un critère récurrent pour caractériser les démarches low-tech. L'outil développé par l'IAE et Centrale Nantes évoque ainsi l'« ancrage territorial » de la démarche. Cette notion est mentionnée par 5 études à travers le corpus : l'outil développé par les étudiants de l'IAE Nantes (2020), celui d'Emile Burckard (2024), la cartographie de sentier ergonomie (Antoine Martin, 2022), la grille d'analyse d'OséOns (2022), et enfin l'infographie low-tech (Bournigal E., 2021). De façon générale, les critères cherchent à mettre en lumière la **création d'un écosystème local** lié au système étudié qui permet d'autonomiser le territoire. OséOns fait par exemple mention de la volonté de « faire système » ou de « permettre une coopération agile avec d'autres activités low-tech locales ou sur d'autres territoires coopérants ». Le corpus identifie comme bénéfices de cette coopération : la « [création d'] emplois locaux », notamment à travers le « [réinvestissement] des fonds dans des projets éthiques ou locaux » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020) ainsi que le fait de « [conférer] du pouvoir aux citoyens et aux territoires » (Bournigal E., 2021).

D'autres critères touchent davantage à l'**exploitation de ressources locales** : « patrimoine » (OséOns, 2022), « ressources mobilisées pour la solution sont locales » (Burckard, 2024) ou « fabriqué à partir de ressources exploitées le plus localement possible » (Bournigal E., 2021). Sont mis en lumière l'ancrage du système dans son milieu, de la conception à l'utilisation : « réparable localement », « adaptable localement », « produit localement », sont notamment utilisés dans la cartographie d'Antoine Martin, Clément Colin et Alexandre Gautier (2022). Les critères mentionnent l'**ouverture de la gouvernance à des parties prenantes externes** pour quatre études via sept critères. Presque tous démarquent (4 critères), ou incluent (2 critères), les parties prenantes locales : « les prises de décisions (...) [passent] notamment par la prise en compte des contraintes du milieu (...), et par l'intégration des individus du milieu (...) » (Burckard), ou « permet une coopération agile avec d'autres activités Low-Tech, locales ou sur d'autres territoires coopérants » (OséOns).

3.2.2. Choix méthodologiques des outils de caractérisation étudiés

Une partie du corpus est constituée d'outils de caractérisation de systèmes low-tech, qui mobilisent certains des sous critères précédemment détaillés. Les partis pris méthodologiques qui sous-tendent la construction des outils ont été inclus dans les travaux de revue. Chacun des axes de comparaisons reflète les dynamiques sur lesquelles les outils sont construits, au-delà des critères : le lien entre outil et usager, le type de résultats envisagés par l'outil, ainsi que les règles de calculs.

3.2.2.1. Lien entre outil et usager

Le premier point qui différencie les outils de caractérisation entre eux est leur **approche du lien entre l'outil et ses différents destinataires**, à savoir : les usagers de l'outil ou de la méthodologie, et le public cible des résultats obtenus. En effet, plusieurs méthodologies distinguent l'usager des destinataires de l'usager des résultats, dont l'outil développé par l'IAE et Centrale Nantes, ou le Lowreka score. Pour ce dernier, l'évaluation est réalisée par les équipes de Lowreka, en collaboration avec les fournisseurs, qui peuvent mobiliser les résultats dans le cadre de leur communication et leur démarche d'amélioration continue, et les usagers, cible principale de l'outil qui a

¹⁴ Citation en anglais traduite par l'auteur

vocation à informer leur décision d'achat. La publication de la méthodologie en open source pourrait cependant élargir le public de la méthodologie. Le tableur Excel développé par l'IAE et Centrale Nantes distingue trois types d'utilisateurs : les fournisseurs des systèmes, les évaluateurs et enfin les usagers. Le remplissage de l'outil nécessaire à la caractérisation est réalisé par une tierce partie, ou les parties prenantes de la solution : « Dans l'idéal, un produit devrait être soumis à plusieurs évaluations (entreprise, usager/ère, parties prenantes...) ». La méthodologie a pour objectif d'orienter les choix de consommation. Les utilisateurs sont donc les destinataires principaux des résultats, avant les concepteurs des solutions évaluées. A l'inverse, l'outil d'appréciation locale et Low-Tech par les habitants "de la valeur de bien commun" d'une activité de OséOns mobilise les mêmes parties prenantes (ici les habitants d'un territoire) pendant l'utilisation de l'outil et à l'interprétation des résultats.

Ces deux approches diffèrent de celle présentée par Emile Burckard qui ne définit pas explicitement de public cible. Le cadre d'analyse proposé est davantage destiné aux professionnels, même si l'implication des utilisateurs dans la réflexion est bénéfique à l'analyse. Néanmoins, ce dernier conseille de faire intervenir un facilitateur pour embarquer un public plus novice dans l'évaluation. La relation entre l'outil et l'évaluateur est un axe central du travail mené : l'outil est proposé comme un **cadre de réflexion et non de résultats**. Dans la plupart des travaux étudiés, l'évaluation et les résultats dépendent de l'appréciation posée par l'utilisateur de l'outil. En effet, la plupart définissent une échelle de notation par paramètre, mais sans y associer de seuil. Par exemple, dans l'outil développé par l'IAE et Centrale Nantes l'évaluateur devra décider par lui-même comment noter la solution par rapport au critère « assurer l'accessibilité financière du produit » sur une échelle de « objectif non atteint » à « objectif dépassé », sans avoir de valeur qualitative ou quantitative sur lesquelles s'appuyer. L'objectif est semblable à celui d'Emile Burckard : **amener l'utilisateur à se positionner** vis-à-vis du « questionnement technologique et ses impacts » et le « responsabiliser vis-à-vis des enjeux économiques, sociaux et environnementaux de notre époque » (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020).

3.2.2.2. Résultats visés

Le cadre décrit en 3.2.2.1 influe en grande partie sur les types résultats ciblés. Si la plupart des outils ou méthodologies **permettent d'aboutir à un résultat ou une conclusion**, ce n'est par exemple pas le cas de la méthodologie d'Emile Burckard. En effet, l'utilisateur ne dispose pas d'une conclusion finale sur le statut low-tech ou non de l'objet/service étudié à l'issue de l'analyse. La volonté est d'amener les utilisateurs à se positionner par rapport aux concepts, en utilisant leur esprit critique – non pas de trancher « pour eux ». Ainsi l'outil évalue l'interdépendance entre les concepts, et la manière dont un objet ou service est pensé de façon cohérente avec la philosophie des low-tech.

Les autres outils et méthodologies aboutissent à des résultats plus ou moins détaillés sur la performance de la solution étudiée. Deux outils aboutissent notamment à un **score final quantitatif**, à savoir l'outil de caractérisation de l'IAE et Centrale Nantes, et celui de OséOns (voir Figure 5 ci-dessous) présenté sous forme de diagramme radar.

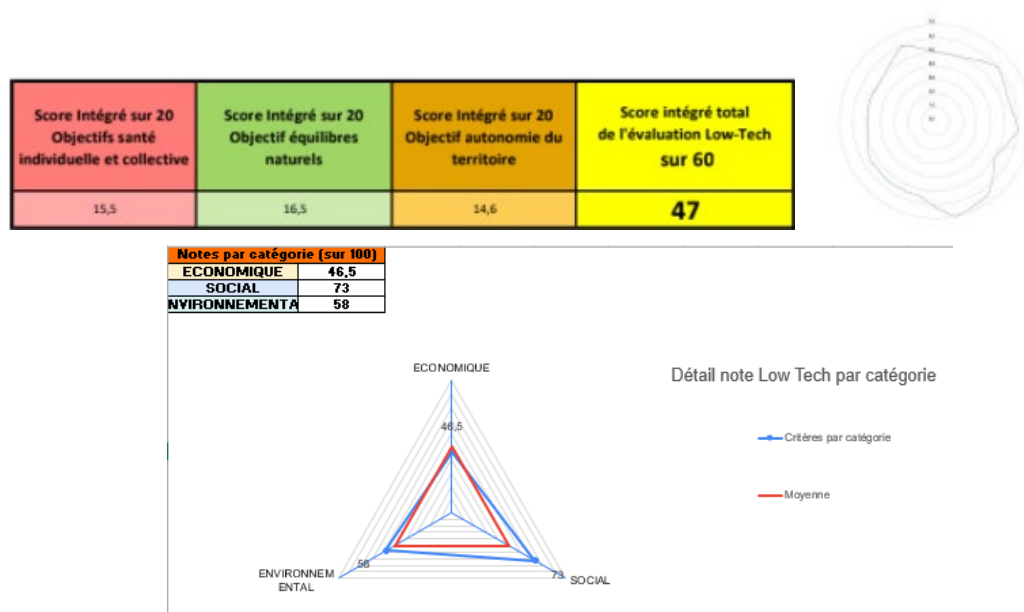


Figure 5 Résultats quantitatifs, outil OséOns (en haut) et outil IAE et Centrale Nantes (en bas)

Bien que les deux outils permettent d'aboutir à un **score agrégé global**, la visualisation par pilier permet de mieux appréhender le résultat par rapport à ses besoins. Comme le souligne l'IAE et Centrale Nantes, « certains

attribueront une place plus importante à la note du domaine « environnemental » qu'à celle du domaine « économique », d'autres chercheront peut-être à obtenir un produit qui satisfait une note seuil dans chaque domaine » (Contexte économique, social et environnemental. Conception d'un outil d'évaluation d'objets low-tech, 2020).

Par ailleurs, dans les deux cas présentés, les méthodologies se prononcent sur le caractère low-tech des solutions étudiées **dans l'absolu**, même si des visualisations comparées sont possibles : par rapport à la moyenne dans l'outil de l'IAE et Centrale Nantes (voir Figure 5), entre un scénario A et B pour OséOns (voir Figure 6). Dans le second exemple, l'objectif de la comparaison est de situer le résultat de l'évaluation avec celle d'activités similaires préexistantes sur le territoire, qui permettra d'obtenir un « bonus – malus de bien commun » (OséOns, 2022).



Figure 6 Comparaison de résultats dans le cadre d'évaluation de OséOns (2022)

A l'inverse, le Lowreka score est **uniquement mobilisable dans le cadre d'une évaluation comparative** entre la solution étudiée et le scénario de référence correspondant à la solution la plus conventionnelle pour répondre au besoin de la solution évaluée. Le résultat est présenté de façon comparative et visuelle, via une échelle linéaire non quantitative, allant de « moins low-tech » à plus « low-tech », sur les trois piliers « utile, durable, accessible ». Dans la même logique que l'IAE et Centrale Nantes, il est question de laisser le consommateur situer plus facilement son besoin par rapport aux trois piliers, avec un niveau de détail et de transparence plus important qu'un score de type « A, B, C, D, E » et sans agrégation en un score unique sur le caractère low-tech.

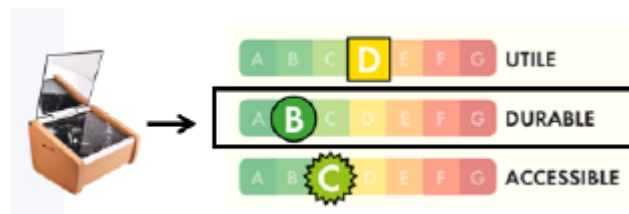


Figure 7 Exemple de résultats après utilisation du Lowreka score - four solaire (par rapport à des plaques vitro céramique en France), présentation du webinar du 20 juin 2025

3.2.2.3. Calculs des résultats et agrégation

L'ensemble des outils agrègent les résultats obtenus à l'échelle de « grand axes » : économique, social et environnemental (IAE Nantes, Centrale Nantes, 2020), utile, durable et accessible (Lowreka, 2025), santé individuelle et collective, équilibres naturels et autonomie du territoire (OséOns, 2022) qui permettent d'apprécier la performance à échelle « macro » des solutions évaluées.

Seul l'outil d'Emile Burckard n'aboutit à pas à des résultats agrégés. Les utilisateurs de l'outil doivent positionner leur approche de conception par rapport aux principes low-tech identifiés. Les réponses sont ensuite analysées entre elles, pour vérifier la cohérence d'ensemble de la démarche. Cette analyse systématique est conduite grâce à une matrice qui évalue le degré d'interdépendance entre les concepts. La note accordée aux réponses est ainsi systématiquement revue en fonction de la cohérence globale de l'approche (si un concept très dépendant n'a pas été pris en compte, la note se verra dégradée). Les coefficients d'interdépendance ont été définis sur la base d'une analyse bibliographique, avec un ajustement des pondérations pour limiter la subjectivité de l'outil (maintien des notations extrêmes et réduction des écarts proches de la moyenne).

L'outil d'IAE et Centrale Nantes note l'atteinte de chaque critère sur une échelle de A à D, et agrègent les réponses à l'échelle des questions en sous catégories, puis catégories via des tableaux de double correspondance qui permettent d'affiner le score (ajout des A-, B-, et C-). Une fois l'agrégation effectuée jusqu'à une catégorie se trouvant juste en dessous d'un des piliers « social, économique, durable », une note (sur 20 pour environnemental et social qui disposent de 4 catégories affluentes, sur 25 pour économique qui dispose de 5 catégories affluentes), puis la somme sur 100 est calculée pour le pilier.

Lowreka se distingue dans son approche de calcul pour chacun des piliers « utile, durable, accessible ». Les impacts sur la durabilité découlent de la **comparaison entre des données d'impact d'une solution** « low-tech » vis à vis des données d'un scénario de référence une fois retraitées quantitativement (via l'analyse du cycle de vie). Ces impacts sont ensuite classifiés selon la roue de Brezet¹⁵, permettant d'obtenir un **score pondéré en fonction de la contribution de chaque étape du cycle de vie selon la catégorie de produit concernée**. Les résultats sont alors linéarisés pour consolider le pilier durable du score, pour avoir une meilleure granularité et pour éviter les compensations entre sous catégories qui aboutiraient à un score neutre. Les critères relatifs au pilier utile sont évalués d'une échelle à 5 niveaux allant de -2 à +2 puis pondérés selon de leur niveau d'importance, selon une grille définie par Lowreka¹⁶. Il ne s'agit donc pas d'une équ pondération. L'accessibilité, quant-à-elle était encore en cours de développement au moment des entretiens, et la réflexion autour de l'agrégation ainsi que la pondération des critères entre eux n'avaient pas été enclenchée.

Enfin, l'outil développé dans le cadre du projet Glocal low-tech base ses coefficients de pondération sur **une enquête sur les attentes et besoins des habitants** pour aboutir à l'échelle des résultats (santé individuelle et collective, équilibres naturels et autonomie du territoire). L'outil communique les résultats à deux échelles : celle des critères, et à l'échelle globale, en sommant les 3 scores obtenus sur 20, ce qui équivaut à une équ pondération.

3.2.3. Synthèse

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les correspondances entre les différentes catégories de critères relevées précédemment et les études du corpus.

A noter que lorsqu'un critère ne fait pas part d'une mention explicite dans une étude **ne signifie en aucun cas une opposition de l'étude avec le critère**. De plus, les critères exprimés par des termes larges peuvent ne pas mentionner explicitement un critère connexe. Cela est notamment applicable à certaines études qui comportaient moins de critères que le nombre de lignes retenues pour le tableau. Cette corrélation entre nombre de critères de l'étude et occurrences relevées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** se retrouve également pour les études qui comptaient le plus de critères puisque ces dernières mentionnent davantage de catégories.

De cette analyse a découlé l'architecture et la sémantique utilisées dans l'outil de caractérisation et présentée au sein de la figure 9 : Tableau 9 Critères et sous-critères de l'outil **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Au global, les outils et méthodologies de caractérisation couvertes par l'état de l'Art **sont très corrélés au cadre d'usage posé**. La plupart des outils et méthodologies s'adressent aux consommateurs ou aux concepteurs des solutions, plutôt qu'à des fins de vérification ou d'évaluation par un tiers. Les résultats finaux sont plutôt orientés vers les consommateurs ou fournisseurs, pour orienter les pratiques d'achats.

La quasi-totalité des outils développés permettent de positionner la solution étudiée par rapport aux low-tech, à différentes échelles d'agrégation. Seuls deux outils communiquent un résultat agrégé en un indicateur unique à l'échelle globale. Et un outil se distingue par une approche relative de l'évaluation, à distinguer de l'approche « en absolu » adoptée par les autres acteurs. Par ailleurs, le caractère qualitatif ou quantitatif des résultats finaux communiqués n'est pas un caractère pour lequel l'analyse a fait ressortir une pratique dominante : les travaux sont également répartis entre les deux approches.

Enfin, l'ensemble des outils agrègent les résultats obtenus à diverses échelles, en utilisant des clés d'agrégation. Dans la plupart des cas, ces agrégations **ne sont pas équ pondérées** mais accordent une importance plus forte à certains critères ou sous critères.

¹⁵ La roue de Brezet est un outil d'éco conception permettant de classer les leviers pour diminuer l'empreinte environnementale d'un produit en fonction des étapes du cycle de vie concernées par la pratique d'écoconception.

¹⁶ Dans cette analyse, le sous critère prépondérant est celui de l'acceptabilité, évalué sur la base des retours utilisateurs. Suit ensuite le sous critère relatif à la complétude fonctionnelle, en enfin celui de l'efficacité ou disponibilité.

Tableau 4 Analyse comparative des critères récurrents dans la littérature

		Unité		Accessibilité						Durable		Transversaux							
		Questionnement du besoin	Recherche de frugalité	Accessibilité de la démarche et démocratisation de la technologie		Recherche de simplicité, et réduction de la complexité	Implication des usagers	Prise en compte des implications systémiques	Prise en compte des limites écologiques et de l'impact environnemental	Organisation en lien avec le système étudié	Caractère local								
Etude concernée	Nombre de critères	Auteur	Besoin essentiel	Co-bénéfices	Etude des fonctions superficielles dans la réponse au besoin	Niveau de réponse ou caractère situé du besoin	Inclusivité	Accessibilité financière	Accessibilité des savoirs	Accessibilité technologique et des moyens matériels	Modularité	Autonomie individuelle ou collective	Création ou entretien de liens sociaux	Implications systémiques et effets rebonds	Recherche de sens	Sobriété	Allongement de la durée de vie et lutte contre l'obsolescence	Gouvernance et alignement avec la démarche sociale de low-tech	Ancrage local
Démarches low-tech, Etat des lieux et perspectives	8	ADENE, Goodwill-management &																	
Contexte économique, social et environnemental. Conception d'un outil d'évaluation d'objets low-tech	89	IAE Nantes, Centrale Nantes																	
GLOBAL Low-tech, Exploration des voies, méthodes et outils pour un essor systémiques de la low-tech	51	OseOns																	
Le lowreka score	15	Lowreka																	
Vers des villes low-tech. Guide pratique à destination des acteurs de la fabrique urbaine.	14	Paris&Co, AREP, SNCF Immobilier,																	
Cartographie du concept low-tech : guider la conception vers des techniques soutenables	51	Antoine Marin, Alexandre																	
Low-tech approaches for sustainability: key principles from the literature and practice	7	Audrey Tanguy, Lisa Carrière &																	
Les frontières du low-tech : principes-clés identifiés dans la littérature	7	Audrey Tanguy, Valérie Laroest																	
Les low-tech ou l'art du techno-discernement	16	Bourmagal E., & Keller, A.																	
Outil d'accompagnement dans la conception d'une solution low-tech	28	Burckard, Emile																	
How to create sustainable artefacts? Towards a user centered design guide for low-techs/appropriate technologies	8	Clément Colin, Antoine Marin, Stros-Coumoyer,																	
La nature du low-tech : un travail conceptuel et exploratoire.	9	Aurèle																	



Proximité directe avec le concept



Proximité indirecte avec le concept

3.3. Synthèse des éléments de revue bibliographique : démarche low-tech dans les organisations

La revue de littérature effectuée a pour objectif de faire émerger les éléments saillants des travaux ciblés. L'analyse s'est également beaucoup portée sur les **démarches abouties disponibles**, et leur structuration en étapes. En effet, un frein fréquemment exprimé par les organisations dans l'adoption d'une démarche low-tech est leur manque de connaissances sur les étapes à suivre, et le manque de la lisibilité ou de clarté dans les publications disponibles.

Au total, l'ensemble des documents lus, 8 démarches d'accompagnement ont été identifiées pendant la revue bibliographique. Les références peuvent se classer en trois grands types :

- Les démarches qui cherchent une certaine **exhaustivité** dans leur application. Tout le cycle de vie du produit ou du service est concerné et le fonctionnement interne de l'organisation est remis en question.
- Les démarches qui ne se réclament pas de la low-tech mais s'en **rapprochent** par leurs ambitions, principalement environnementales et sociales.
- Les démarches qui ne portent que sur un domaine de l'organisation ou sur un secteur économique et qui **présentent des principes low-tech** dans leur fonctionnement.

3.3.1. Démarches à visée exhaustive

3.3.1.1. Travaux de La Belle Tech

L'entreprise seinomarine *La Belle Tech* propose depuis 2024 une **méthode d'intégration et de professionnalisation des low-tech**. La méthodologie est disponible en partie sur le site internet de l'entreprise. Ces informations disponibles ont été complétées par un entretien dédié avec un des co-fondateurs, Loïc Pérochon.

La méthode se décline selon les huit étapes suivantes :

Étapes	Outils
1. Déterminer la valeur d'usage de la solution low-tech	QQOQCCP
2. Choisir un territoire d'expérimentation, identifier les partenaires, étudier le marché	Benchmark, PESTEL
3. Étudier les impacts environnementaux sur le cycle de vie de la solution envisagée	ACV simplifiée
4. Programmer l'acceptation socio-culturelle de l'innovation low-tech par techno-discernement graduel	Enquête usagers, ajout de briques technologiques
5. Étudier la modularité et les fonctions secondaires de la solution low-tech pour augmenter sa rentabilité, son efficacité et sa durée d'usage	Analyse fonctionnelle, éco-conception
6. Développer des savoir-faire professionnels et expérimenter l'organisation métier autour de la solution low-tech	TELED, analyse de déroulement, VSM
7. Créer des services locaux exploitant la solution low-tech, inspirés de l'économie de la fonctionnalité et promouvant la collaboration, l'inclusion, le partage	EFC, EIT, ESS
8. Déterminer le schéma industriel pour un déploiement collaboratif à grande échelle et tenant compte des spécificités des territoires	Open source, usine distribuée

Tableau 5 Principales étapes de la démarche low-tech de La Belle Tech, site internet de l'entreprise (La Belle tech, 2025).

Cette démarche s'applique à la création d'une organisation low-tech viable économiquement et active sur son territoire. La méthodologie est **orientée vers la mise en œuvre opérationnelle et comprend des renvois vers outils concrets**, issus aussi bien de méthodes classiques existantes (analyse de déroulement, éco-conception, PESTEL...) que créées de toute pièce (Néoloco, 2025). En effet, la formalisation de la démarche est issue sur plusieurs retours d'expérience, notamment celle d'Arnaud Crétot, ingénieur et boulanger solaire normand.

La méthode se concentre sur les **conditions qui permettent l'usage de solutions low-tech dans un contexte professionnel**. L'angle de déploiement des low-tech en entreprise sur le site internet de la Belle Tech appuie ainsi sur « l'industrialisation » des low-tech (La Belle tech, 2025). Un cas d'étude de la méthodologie porte sur le rocket stove, et son adaptation à une activité professionnelle telle que la restauration collective ou la vente de repas sur les marchés. Une fois la solution cible identifiée par l'utilisateur, il est possible **de travailler sur les freins et leviers d'adoption** dans un contexte professionnel au travers des huit étapes détaillées dans le tableau **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Celles-ci permettent de questionner le besoin, l'intérêt environnemental et d'identifier les points bloquants pour l'application de la low-tech. Sont citées à titre d'exemple l'adoption par les utilisateurs, l'impact sur l'environnement, la diffusion au juste niveau la conformité aux exigences réglementaires. Ces points bloquants peuvent-être résolus par **techno-discernement** en adoptant certaines technologies dans le système pour permettre une meilleure adoption dans un contexte professionnel. Un exemple de ce type d'arbitrage évoqué en entretien portait sur le Waylibus qui était beaucoup plus facilement accepté par les parents des enfants qui en

bénéficient si celui-ci était géolocalisé. Cette géolocalisation ajoute de la complexité technologique, mais permet une acceptation plus facile de cette solution.

Un point distinctif de cette approche de travail est son caractère ciblé : elle ne s'intéresse qu'à l'intégration d'une technologie low-tech existante dans un contexte professionnel, principalement dans le cadre d'une création d'activité (entreprenariat) bien que certaines étapes puissent correspondre à une activité existante. Elle se centre sur la **re-conception de la technologie**, mais ne traite pas du fonctionnement de l'entreprise (dimension organisationnelle) ou des moyens de production. En effet, la méthode permet de concevoir un produit ou service plus low-tech, mais ne précise pas comment le produire.

3.3.1.2. Travaux des étudiants de l'UTC

Dans ce travail (UTC. Hutech, 2023), les étudiants proposent une démarche en six temps. Pour chacune des étapes, cette méthode propose des questionnements détaillés, qui ont pour but de **faire émerger des freins, des leviers à la démarche low-tech, ainsi que des idées de reconception**.

La démarche s'établit ainsi :

- Etablir les valeurs low-tech
- Prise en charge de l'étude
- Analyse de l'existant
- Identifier les enjeux et les freins
- Création de l'objet low-tech
- Restitution et prise de décision low-tech

Malgré la présence de quelques outils, la démarche proposée n'en reste pas moins **très peu opérationnelle**. Cette structuration relève davantage d'une gestion de projet classique que d'une démarche low-tech à proprement parler. Des outils de conduite de projet classiques pourrions néanmoins être pertinents pour aborder la mise en œuvre des low-tech dans les organisations de façon sereine.

Un autre rapport (UTC. Anouk Chômienne, 2020) propose une démarche d'ingénierie low-tech en 3 étapes : cadrage et décision, conception, fabrication, adaptation et installation, et enfin mise en œuvre, utilisation et maintenance.

La première étape de cadrage est bien détaillée, avec une multiplicité d'outils sur-mesure :

- L'analyse du contexte : parties prenantes et périmètre de remise en cause, identification des inerties et leviers.
- L'analyse du besoin : outil qui permet de faire émerger les types d'usages, avec un exemple d'application pour un lave-linge.
- Le choix d'indicateurs low-tech et une grille d'évaluation des solutions.
- L'anticipation de l'exécution du projet.

La deuxième étape (conception, fabrication, adaptation et installation) n'est pas détaillée, mais la dernière (mise en œuvre, utilisation et maintenance) énumère des pistes pour accompagner les utilisateurs. L'accent est notamment mis sur la formation des utilisateurs et la création d'une communauté d'utilisateurs pour partager les expériences.

Cette méthodologie s'articule ainsi autour des différentes étapes du cycle de vie et **permet une application modulable** selon le périmètre souhaité par l'organisation et les compétences disponibles en interne. La visée de la démarche est la plus opérationnelle dans le corpus étudié : en effet, l'analyse s'attarde sur les questions nécessaires pour appliquer la démarche en entreprise. L'objectif exprimé des travaux est également de **permettre l'appropriation de la démarche par les organisations** elle mêmes, via la formalisation de supports de formation, et l'orientation vers des animations en petits groupes.

La méthodologie a également été testée sur deux études de cas : Le Bracelet Rouge et DRM Services. Ces tests ont abouti à différents niveaux de transformation des entreprises : les actions identifiées pour DRM Services (entreprise de service de réparation d'électroménagers) étaient plutôt ponctuelles et peu transformatives. A l'inverse, celles identifiées à l'étude de cas de Bracelet Rouge, qui propose un service d'accès d'urgence à des données de santé via un bracelet, ont permis une transformation complète de l'objet support du service.

3.3.1.3. Travaux du projet Corécol

La méthode CORECOL, développée par Kerlotec, Goodwill et le Low-tech Lab dans le cadre d'un Programme d'Investissement d'Avenir (PIA) en région Bretagne, a pour objectif de détailler les étapes à suivre pour les entreprises pour s'engager dans une démarche low-tech.¹⁷ Dans ces travaux, les low-tech sont davantage envisagées comme **un moyen de réduction des impacts environnementaux des entreprises et un levier de résilience vis-à-vis de risques actuels et futurs**, plutôt que comme un moyen de recréer du lien social. En somme, dans cette méthode, les piliers "utile" et "durable" prennent le pas sur le pilier "accessible".

¹⁷ La méthode est en cours de développement et n'a pour l'instant pas fait l'objet de publication.

La méthodologie est structurée en trois temps : **définition des objectifs** et **mise en place d'un système de mesure** des évolutions, étape de low-technisation et enfin la mesure de l'évolution permise par les changements effectués. Le système de mesure est laissé à la discrétion de l'entreprise, mais les auteurs renvoient vers plusieurs outils identifiés comme pertinents : mesure d'impacts environnementaux et sociaux (ACV, Triple comptabilité notamment), mesure de risques, etc. La méthodologie identifie par ailleurs des critères d'acceptabilité de la low-tech en entreprise : respect des exigences réglementaires, impact limité sur la productivité, acceptabilité sociale, prix concurrentiels, fiabilité opérationnelle, respect de la sécurité des personnes.

Les principales étapes identifiées dans la méthodologie sont les suivantes :

Clients & fournisseurs	Besoin remis en question
	Concentration du cycle de vie. ¹⁸
Produits et services	Reconception low-tech
	Modèle d'usage
Entreprise	Moyens de production low-tech
	Modèle économique
	Modèle organisationnel

Tableau 6 Principales étapes de la méthode de low-technisation du projet Corécol

Comme dans les travaux de Goodwill-management (Jaeger R., 2023), la méthodologie s'appuie sur l'ensemble du cycle de vie. De plus, les deux méthodologies définissent la **remise en question du besoin comme condition indispensable** à une démarche low-tech dans les organisations. En revanche, les travaux du projet Corécol ne lient pas cette réflexion ici au modèle économique de l'entreprise mais plutôt à la relation client/entreprise, à savoir quel rapport entretient le client avec l'offre de l'entreprise, lui semble-t-elle essentielle de son point de vue ? Cette méthode se concentre donc sur le point de vue subjectif des clients pour définir l'utilité de l'offre, plutôt que de rechercher à définir des critères objectifs.

3.3.1.4. Travaux de Goodwill-management

L'article de Goodwill-management (JAEGER Romain, 2023) propose une démarche en trois grandes étapes et huit sous-étapes, et s'appuie à chaque fois un exemple pour étayer le propos.

En substance, cette démarche peut être synthétisée avec le tableau suivant :

Redéfinir l'offre	L'utilité au cœur du projet d'entreprise
	Dimensionner l'activité en fonction des capacités des écosystèmes
Transformer les manières de produire	Simplifier les manières de produire
	Concentrer territorialement la production
	Se rapprocher des usagers
S'ouvrir aux autres	Une gouvernance horizontale et partagée
	Mutualiser les moyens de production
	Partager le savoir

Tableau 7 La structuration de la démarche low-tech en entreprise proposée par Jaeger et al.

La démarche **couvre l'ensemble du cycle de vie du produit** ainsi que le **fonctionnement interne** de l'entreprise. La démarche low-tech n'est pas vue abordée au travers de l'angle du produit fini, de l'objet de l'entreprise et de son activité mais également du processus de production. De plus, la démarche établit un lien entre le besoin du client et le dimensionnement de l'offre, et par conséquent au **modèle économique** de l'entreprise.

Les travaux détaillent ainsi les « sujets à adresser pour appliquer une démarche low-tech à une entreprise », sans en détailler les conditions concrètes à respecter ou les modalités d'application qui sont renvoyés par les travaux et expériences de terrains des entreprises elles-mêmes pour définir « l'importance et le champ d'action offert par [certains] critères ».

¹⁸ La formulation « concentration du cycle de vie » couvre deux modifications dans la chaîne de production : une concentration géographique (relocalisation) mais également une concentration de compétences des fournisseurs vers l'entreprise (internalisation) ou de l'entreprise vers ses clients (par exemple assemblage ou gestion de la fin de vie du produit par le client).

3.3.1.5. Synthèse

Les démarches exhaustives concernent l'ensemble du cycle de vie du produit ou du service, et permettent de remettre en question le fonctionnement de l'organisation (son modèle économique, ses fournisseurs, ses fonctions support...).

L'analyse du besoin, et son rapprochement avec le modèle économique de l'organisation ressort comme une étape clé dans l'adoption de démarches low-tech dans les organisations, notamment pour garantir le « juste dimensionnement [de l'entreprise et de son activité] par rapport aux contraintes naturelles apparaissent comme essentielles pour garantir l'intégrité de la démarche » (JAEGER Romain, 2023). Autrement dit, l'évolution du modèle économique doit se faire en remettant en question le besoin au regard des ressources disponibles pour le combler. C'est un élément clé qui devra sous-tendre la méthode.

En revanche, ces quatre démarches exhaustives présentent des écueils communs. D'une part, elles sont peu opérationnelles, car elles manquent d'outils et d'applications en conditions réelles. D'autre part, elles ne sont pas exhaustives. En effet, leur structuration ne permet ni une application par compétence (application de la méthode en tant que concepteur, ou en tant que commanditaire), ni par ambition (passage massif à la low-tech sur toute la chaîne de valeur ou démarche low-tech cantonnée à une écoconception du produit), et ne couvre l'ensemble de la chaîne de valeur de l'organisation.

3.3.2. Démarches proches du mouvement des low-tech

Certaines démarches décrites dans la littérature ne se réclament pas directement du mouvement low-tech mais s'en approchent par leurs objectifs de réduction de l'impact environnemental de l'activité des organisations.

3.3.2.1. Ecoconception et roue de Brezet

L'éco-conception s'appuie sur une approche cycle de vie produit. Son objectif est de réduire l'impact environnemental du produit. Elle distingue six grandes étapes :

- Développement de nouveaux concepts
- Sélection d'amortissements responsables
- Sélection de consommables responsables
- Optimisation des flux d'information
- Optimisation logistique
- Promotion des comportements vertueux
- Optimisation de la maintenance et de la fin de vie

À la différence de la démarche low-tech, l'écoconception **ne s'applique qu'au produit**. Cette dernière ne tient pas ou peu compte de l'organisation et de son fonctionnement, élude la remise en question du besoin et l'analyse de la relation usager/produit. Aussi, l'écoconception ne prend pas en compte l'accessibilité du produit ou l'organisation qui le fabrique dans son analyse. Les low-tech sont malgré tout incluses dans la première étape d'écoconception de la roue de Brezet (Développement de nouveaux concepts), mais sans être prescriptives. L'écoconception permet d'abonder les outils s'appliquant au pilier "durable", mais pas sur les piliers "utile" et accessible" de la démarche low-tech.

3.3.2.2. Economie régénérative

L'économie régénérative est un concept qui, de même que la démarche low-tech, cherche à trouver un optimum entre création de valeur sociale et économique et destruction de capital environnemental. La régénération (Thuillier, 2022) est définie comme l'action de mettre le vivant au cœur des décisions, afin de permettre aux écosystèmes de fournir leurs meilleurs services. La régénération concerne à la fois l'environnement humain et non-humain. La démarche n'a pas pour objectif de réparer un milieu, mais bien de "(re)créer les conditions lui permettant de prospérer via sa dynamique propre".

Les auteurs décrivent **trois grands principes qui se déclinent en dix-sept sous principes**, pour définir l'économie régénérative. Le document étudié ne présente pas de méthode ou d'outils pour passer d'une entreprise « classique » à régénérative.

Approche systémique visant une valeur étendue partagée	Systémique, interconnecté, interdépendant et construit sur des états d'équilibre dynamique issus de rétro-feedbacks
	Créateur de valeur non exclusivement pour ses clients ou ses actionnaires, mais pour un réseau plus vaste de parties prenantes et pour les écosystèmes
	En expérimentation constante en s'appuyant sur le hasard et l'inattendu
	Capable de tirer parti de l'immatériel pour valoriser ses effets utiles

	Soucieux de garantir un revenu décent et un partage de la valeur entre ses parties prenantes et pour l'intérêt général
Conception et design bio-inspiré	Capable de se limiter pour la pérennité de l'écosystème ou de l'espèce
	Circulaire par design
	Sobre dans la satisfaction des besoins de l'entreprise, multifonctionnel et ancré dans le local sur la mobilisation de ressources et d'énergie de flux
	Cherchant un équilibre entre performance et robustesse (sous-optimale)
	En renforcement des services écosystémiques de soutien et de régulation
	Utilisateur d'atomes simples et de molécules bio-assimilables que l'entreprise combine de manière créative et diversifiée
Nourrir les coopérations et les relations	Soucieux de créer des relations vivifiantes, de renforcer le lien social, l'inclusivité et le respect entre tous
	Fondé sur des relations de coopération dont elle bénéficie et qu'elle récompense en pariant sur le collectif et la diversité
	Cherchant de nouvelles opportunités produites dans les frontières de ses (éco)systèmes
	Soucieux de l'amélioration de la santé physique, émotionnelle et sociale de ses parties prenantes
	Soucieux de donner une voix à ses parties prenantes et à les intégrer dans les processus de prise de décision
	Initiateur du renforcement de l'émancipation et des capacités de ses parties prenantes, en particulier des capacités adaptatives et d'apprentissage

Tableau 8 Les dix-sept principes de l'entreprise régénérative

Il est possible de relever plusieurs points de contact entre le concept d'entreprise régénérative et les démarches low-tech. Un poids important est donné à la **préservation et la régénération de l'environnement**. Les termes « systémiques », « circulaire par design » et la prise en compte des externalités environnementales de l'activité (construction sur un « état d'équilibre » naturel à respecter) font ainsi échos aux critères et sous critères identifiés dans la revue bibliographique.

Le concept s'appuie également sur la **sobriété** (« sobre dans la satisfaction des besoins de l'entreprises », « capable de se limiter pour la pérennité de l'écosystème »), qui rejoint la durabilité et le questionnement du besoin qui sont centraux aux démarches low-tech. Le concept fait également la part belle aux **relations sociales** (« renforcer le lien social, l'inclusivité et le respect de tous ») et au fonctionnement coopératif (« fondé sur des relations de coopération »), ou la prise en compte des « voix [des] parties prenantes et à [leur intégration] dans les processus de prise de décision » qui sont proches des notions d'accessibilité (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et de coopération (**Erreur ! Source du renvoi introuvable. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) chères aux low-tech.

Une différence notable relevée entre les deux concepts est notamment **l'importance accordée au techno-discernement** qui n'apparaît pas clairement dans les principes précités. Un dernier élément qui n'est pas toujours cité dans les démarches low-tech et qui n'est pas non-plus cité dans cette source, est l'importance de la mesure d'impact absolue et non relative pour vérifier l'accomplissement des objectifs.

Bien que ne permettant pas de tracer une voie claire pour l'adoption dans les organisations, ces travaux permettent de délimiter les questionnements qui sont centraux pour permettre aux acteurs économiques de repenser leur activité et leurs opérations.

3.3.3. Démarches low-tech spécifiques

3.3.3.1. Méthodologie TELED : « Tâches Essentielles Lorsque l'Essentiel est Disponible »

La méthode TELED, pour Tâches Essentielles Lorsque l'Essentiel est Disponible, se concentre **sur l'usage de l'énergie dans un processus de production en fonction de sa disponibilité** (Néoloco, 2025). En effet, nombre de solutions techniques low-tech reposent sur l'utilisation d'énergie moins disponible que l'énergie en réseau (énergie renouvelables, mécanique, etc.) qui nécessite un ajustement des processus de production. Cette méthode a historiquement été développée à partir du retour d'expérience d'Arnaud Crétot de l'entreprise NéoLoco pour produire du pain et des graines torréfiées à l'aide d'un four à concentration solaire.

L'intermittence de l'énergie utilisée dans cette activité a conduit à un calcul **d'optimisation économique entre coût de l'énergie de remplacement et coût du stock**. Vaut-il mieux produire du pain à l'aide du four solaire lorsque l'énergie est disponible et stocker le surplus, ou bien produire le juste nécessaire pour limiter les stocks, mais utiliser partiellement de l'énergie électrique pour combler l'indisponibilité ?

La méthode TELED propose une démarche pour aborder cette problématique, qu'importe l'entreprise concernée en distinguant deux types de produits : périssables et de conservation. Ce n'est donc pas une méthode de conception low-tech, mais une méthodologie qui se penche sur le processus productif et sa compatibilité avec les low-tech (outils de production, organisation du travail). Pour autant, le fonctionnement influence la conception et le modèle économique de l'entreprise (niveau de production, de perte et de prix pratiqué, etc.).

La méthodologie détaille une démarche très opérationnelle, à savoir :

- Lister les tâches nécessaires à l'activité ;
- Identifier les tâches énergivores ;
- Prioriser les tâches énergivores les jours "d'énergie facile" ;
- Gérer l'entreprise par les stocks, qui correspond à stopper le fonctionnement en flux tendu et à constituer des stocks en fonction de la disponibilité de l'énergie.

La méthode repose sur plusieurs principes. Elle fait de l'énergie un facteur clé de « l'organisation du travail dans l'entreprise » (La Belle tech, 2025). L'entreprise doit ainsi prendre en compte l'intermittence et la disponibilité de l'énergie pour structurer ses processus de production et « produire lorsque l'énergie est disponible et moins chère ». En quelque sorte, l'entreprise est amenée à stocker l'énergie dans le produit : au lieu de stocker de l'énergie pour produire plus tard, le produit est fabriqué lorsque l'énergie est disponible et c'est ce produit qui est stocké¹⁹.

La méthode TELED s'appuie ainsi sur deux outils de gestion provenant de la démarche de lean-management, à savoir **l'analyse de déroulement** qui permet d'inventorier les actions énergivores et les productions, et le **Values Stream mapping** (VSM) en intégrant le facteur énergie pour cartographier les flux de production et flux d'information. Bien que la méthode TELED ne se focalise que sur les liens entre énergie et stock, elle propose une approche orientée vers la résilience de l'entreprise et la mise en œuvre concrète qui est un élément peu abordé dans le reste du corpus.

3.3.3.2. Synthèse

L'analyse menée sur le corpus permet d'identifier trois grands axes de structuration des démarches existantes. Une structuration à **partir du cycle de vie produit, ou des outils de production** comme la roue de Brezet, centrés sur la reconception d'un produit. Une deuxième forme de structuration se centre sur le **fonctionnement de l'activité**, comme la méthodologie TELED. Ces approches permettent de réfléchir à l'intégration et aux conséquences des low-tech dans la production des biens et services proposés par l'organisation. Si ces approches ont l'avantage d'être claires, et orientées vers la mise en œuvre opérationnelle, en revanche elles n'intègrent pas la remise en question du besoin. La troisième et dernière approche identifiée est celle portée vers le **besoin, le modèle d'affaires ou l'objet de l'entreprise** (Jaeger R., 2023), (Thuillier, 2022), Corecol). Cette approche se veut holistique, mais ne permet pas une appropriation par les organisations et ne définit pas de marche à suivre précise.

Un point commun à toutes les démarches incluses dans l'analyse est notamment l'attention importante portée à la réduction de l'impact environnemental, ou les démarches de sobriété.

Les principaux enseignements dégagés de cet état de l'Art sont :

- **La variabilité des périmètres d'action en fonction des méthodologies.** Ce point rejoint notamment les freins à l'adoption des low-tech, qui peuvent être vue comme trop radicales par les acteurs économiques. Une piste identifiée pour permettre d'adapter le niveau d'ambition de la méthodologie en fonction du niveau de maturité de l'organisation est la définition de plusieurs périmètres d'intervention qui viennent délimiter l'application de la démarche.
- **L'utilisation d'outils connus** dans les méthodologies étudiées (lean-management, VSM, écoconception, etc.) qui permettent de rendre la démarche familière pour les organisations. Un point essentiel qui ressort de l'analyse est la nécessité d'adapter ces outils pour prendre en compte les spécificités de la démarche low-tech (remise en question du besoin, lien avec l'utilisateur et accessibilité des produits et services développés, techno discernement, etc.) et éviter d'écarter la démarche de son but initial. Ces outils sont modifiés pour incorporer les principes de la low-tech et ainsi permettre d'appliquer une démarche low-tech.
- **Le rôle clé des retours d'expériences dans divers secteurs d'activité** qui permettent de fiabiliser les actions fléchées et offrir des exemples de succès pour inspirer les organisations et maximiser l'intérêt des interlocuteurs. L'inclusion d'exemples sourcés dans la méthodologie à produire permettra de démontrer l'intérêt, inspirer de nouvelles innovations, et convaincre à travers des éléments chiffrés.

¹⁹ Cette approche n'est valable que pour les produits non périssables.

4. Caractérisation des démarches low-tech

4.1. Visée des travaux

Le second volet du projet a pour objectif de fournir aux organisations une méthodologie et un outil clé en main leur permettant de caractériser leur conception de produits et services par rapport à la démarche low-tech et de façon comparative vis-à-vis d'une solution de référence. Cet outil en lui-même veut respecter les principes low-tech : accessible, transparent et simple d'utilisation. En effet, l'objectif est que l'outil puisse être utilisé par des organisations de toutes tailles sans expertise technique préalable, et soit basé sur des critères compréhensibles, et partageable. Les personnes ciblées au sein de ces organisations sont **surtout celles impliquées dans la conception et le développement des produits et services** : ingénieurs produits, designer, référent économie circulaire, etc.

Les travaux ont été structurés en trois étapes :

- **Stabiliser un ensemble de critères et de sous-critères** partagés par dans la littérature permettant d'évaluer le caractère low-tech d'une démarche de conception d'un produit ou service par rapport à un scénario de référence.
- **Développer une interface et un processus d'analyse de données** permettant d'évaluer l'adéquation d'un produit ou d'un service avec ces critères et sous-critères comparativement à un scénario de référence répondant au même besoin. Le caractère low-tech d'un produit ou d'un service étant relatif, l'outil ne vise pas à attribuer une note dans l'absolu, mais bien à produire une évaluation **comparative** vis-à-vis d'un scénario de référence.
- Tester l'outil par **trois études de cas représentatives**. Ces mises en situation de l'outil sont l'occasion d'améliorer l'outil pour qu'il soit ajusté aux usages et aux contraintes réelles des organisations.

4.2. Public cible

L'outil de caractérisation des démarches low-tech est à destination de :

- **Porteurs de projets** : les personnes responsables d'un projet relatif à la (re)conception d'un produit ou d'un service.
- **Ingénieurs et Designers** : les personnes chargées de projets techniques et technologiques qui souhaitent concevoir ou reconcevoir de manière frugale, ou bien ajouter des aspects non-techniques à leur projet, comme l'implication des usagers dans la conception ou la diffusion des savoirs.
- **ADEME et autres parties prenantes** : les agents en relation avec les porteurs de projet ou bien avec les équipes dirigeantes de l'organisation. En interne à l'ADEME, la méthode pourrait devenir un outil d'évaluation des projets soumis aux AAP et AMI.
- **Accompagnateurs** (par exemple bureaux d'études et consultants) : les personnes accompagnant les porteurs de projets et les équipes dans la (re)conception de leurs produits et services pour qu'ils soient davantage alignés avec les principes de la low-tech.

4.3. Construction de l'outil

4.3.1. Constitution de l'architecture de critères et sous critères

La première étape pour construire l'outil de caractérisation low-tech a consisté à formaliser précisément l'architecture de critères et de sous-critères qui constituerait la base d'évaluation de l'outil. Ce travail s'est appuyé sur la revue bibliographique qui couvrant les méthodologies et outils existants appliqués aux low-tech (voir 3.2.3) qui a permis d'identifier des critères et sous critères **largement partagés**. Par ailleurs, plusieurs entretiens ont été menés avec des concepteurs d'outils ou de méthodes pour caractériser les démarches low-tech afin d'enrichir la revue bibliographique. Les entretiens ont ainsi permis d'échanger sur le positionnement de chaque outil par rapport au mouvement low-tech, les critères et sous-critères sélectionnés, mais aussi d'obtenir un **retour critique sur leurs outils ainsi que sur les questionnements qui sont apparus lors de leurs travaux**. Les arbres des conséquences et autres travaux intermédiaires produits en volet 1 ont également alimenté la réflexion (voir 2.Evaluation comparée de solutions low-tech). Une structuration arborescente établissant les critères, sous-critères, indicateurs et paramètres d'évaluation a émergé de ces premiers travaux.

Un atelier collaboratif a été organisé afin de rassembler les membres du groupement, l'ADEME et les membres du Comité de Suivi avec une expertise ciblée sur la question des outils de mesures et indicateurs, pour valider ces travaux en amont de la construction de l'outil. Cette étape a permis de confirmer les choix méthodologiques effectués et d'identifier toute source de blocage en amont d'une consultation plus large. L'objectif était d'aboutir à des **sous-critères facilement compréhensibles, mesurables**, et qui permettent d'appréhender la conception

dans sa dimension globale, en prenant en compte l'ensemble des enjeux éco-socio-techniques inhérents aux démarches low-tech.

L'arborescence de sous-critères et d'indicateurs a alors été soumise à une consultation ouverte, diffusée dans les réseaux low-tech. Le mouvement low-tech est caractérisé à la fois par sa dimension collaborative et par l'adaptation de la démarche à chaque projet et à son contexte. D'une part, le processus de conception de l'outil se veut exemplaire, en cohérence avec la démarche soutenue par l'outil. Et d'autre part, la formalisation d'un outil unique, provenant de l'ADEME pourrait faire l'objet d'un rejet s'il est réalisé sans concertation des autres acteurs engagés. C'est pourquoi une consultation concernant le choix des sous-critères et les clés d'agrégation et de pondération a été mise en place. Les résultats de celle-ci sont indépendants de l'avis de l'ADEME, du Comité de Suivi ou de travaux de recherche de référence identifiés lors de la bibliographie. Il a pris la forme d'un questionnaire, permettant de solliciter les acteurs sur des questions précises en lien avec construction de l'outil. La consultation a ainsi permis de reformuler certains critères pour assurer leur clarté, de restructurer la partie du bilan associée au critère Durable, et de valider les axes de travail choisis. En effet, la plupart des angles morts soulignés par les répondants étaient abordés à l'échelle des paramètres et questions incluses dans l'outil de caractérisation final.

Utile	Sous-critères « Utile »
	Remise en cause du besoin
	Pertinence dans le cadre d'usage
	Mise en cohérence du système avec le besoin
Accessible	Sous-critères « Accessible »
	Implication des usagers
	Accessibilité financière
	Accessibilité des savoirs
	Accessibilité technique
Durable	Sous-critères « Durable »
	Maximisation de la durée de vie en cohérence avec le cadre d'usage
	Minimisation de l'impact du système
	Structure de la chaîne de valeur
	Minimisation de l'impact de la production
Organisationnel	Sous-critères « Organisationnel »
	Résilience du modèle d'affaires
	Gouvernance partagée
	Ouverture et coopération territoriale

Tableau 9 Critères et sous-critères de l'outil

4.3.2. Définition de la logique de calcul

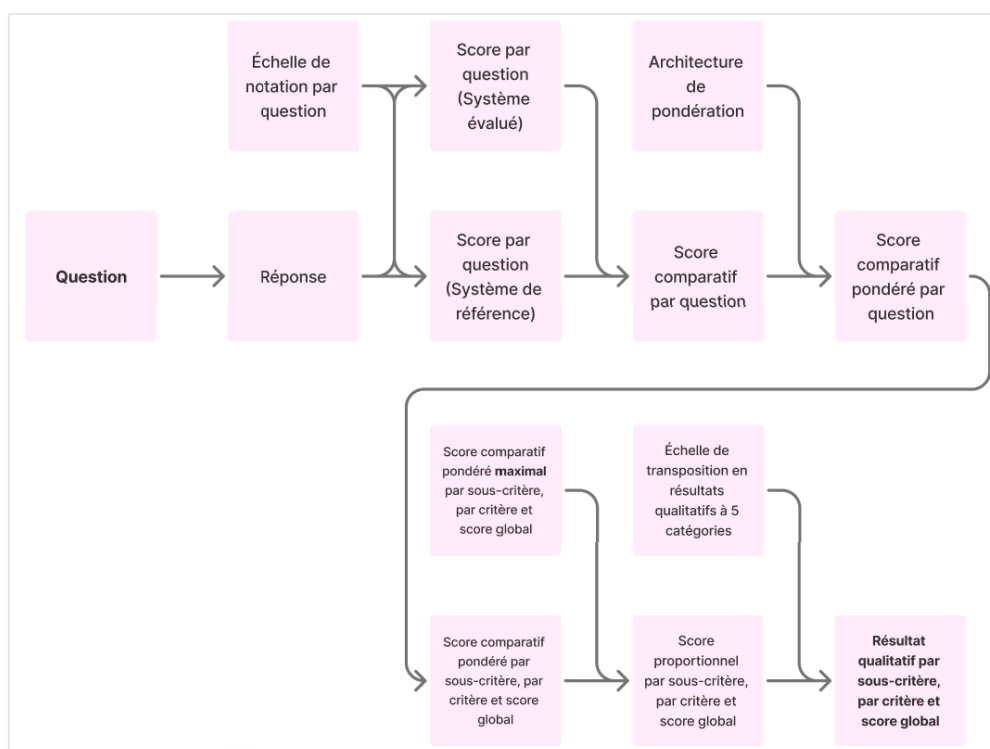


Figure 8 Aperçu de la logique de calcul

4.3.2.1. Collecte des données

Une fois les sous-critères définis, les éléments d'évaluation ont été transposés sous forme de tableau. Afin de permettre l'accessibilité de l'outil aux utilisateurs, même les moins familiers avec les concepts mobilisés, l'outil prend le format d'un **questionnaire**. Ce dernier est constitué de cases à cocher, de réponses fermées ou de réponses numériques, facilitant un traitement automatisé et uniforme des réponses. Ce mode de fonctionnement présente un autre avantage : il permet de **diminuer la subjectivité de l'auto-évaluation** de la part des porteurs de projets en maintenant un étalon commun dans les résultats attribués par l'outil.

Afin de guider l'utilisateur, une notice a été réalisée, complétée par des aides au remplissage (consignes, définitions, explication des scores le cas échéant) intégrées dans l'outil. Une attention particulière a été portée pour guider le **choix du scénario de référence** auquel est comparée le système étudié. En effet, ce choix conditionne en grande partie les résultats obtenus et l'appréciation du caractère low-tech du système étudié. L'outil et la notice d'utilisation comprennent donc tous deux une section dédiée pour guider les utilisateurs dans le choix du système de référence et du positionnement du système cible par rapport à celui-ci. Ces éléments s'appuient sur les travaux d'évaluation comparée des solutions low-tech du volet 1.

4.3.2.2. Définition de la logique de calcul

Un système de notation a par la suite été construit sur la base des choix méthodologiques relevés dans l'étude bibliographique, de la consultation et des échanges avec les experts du comité de suivi et du comité de pilotage. Ce système de notation comprend une série d'étapes permettant, à partir des réponses aux questions, de déterminer des résultats **qualitatifs** et comparatifs au global, par critère, et par sous-critère (voir Figure 4, page 17). Le calcul des résultats intermédiaires s'appuie alors sur l'écart de score entre les réponses données pour le système étudié et pour le scénario de référence.

4.3.2.3. Agrégation et pondération

La réalisation d'un système de pondération a été une étape essentielle des travaux. Les clés de pondération ont pour objectif d'agréger les scores obtenus par réponse en un **résultat consolidé** à l'échelle des sous critères, des critères et à l'échelle globale. Les valeurs des clés de pondération ont été déterminées à partir de la consultation, des suggestions du comité de suivi et de la revue bibliographique. En effet, l'ensemble des contributeurs à cette étude ont été interrogés sur ce point, et leurs contributions ont par la suite été affinées à partir d'essai de l'outil sur une liste prédéfinie de cas d'usage et lors d'études de cas. La structure finale retenue vise à **donner davantage de poids aux éléments différenciants de la démarche low-tech** (utilité, accessibilité technique, implication des usagers...) vis-à-vis d'autres approches telles que l'éco-conception.

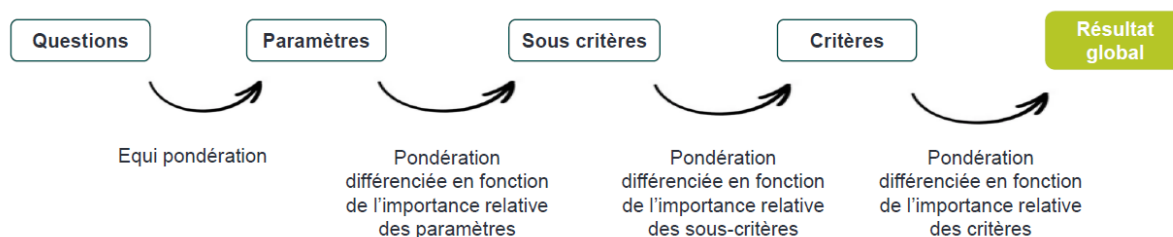


Figure 9. Architecture de pondération

4.4. Résultats visés

L'outil a pour objectif de permettre une auto-évaluation par l'organisation qui l'utilise. Comme souligné par la revue bibliographique, ce public cible et cet objectif influencent le type de résultats visés (voir pages 24 et 25 pour plus de détails). La démarche low-tech étant relative par définition, les résultats donnés sont **comparatifs et qualitatifs**. Ils sont dépendants du système de référence choisi et des hypothèses utilisées au cours de l'analyse. L'outil sert également à abonder les réflexions des équipes au moment de la conception et de l'amélioration des produits ou services, en détaillant l'évaluation selon chaque critère et sous-critère.

Cette orientation est centrale, et a pour objectif de maintenir l'interprétation des résultats dans le cadre du scénario d'évaluation précis choisi par l'utilisateur. Des résultats quantitatifs pourraient ainsi facilement être détournés pour être communiqués hors du périmètre d'évaluation **défini par le choix du scénario de référence**, en isolant les résultats numériques obtenus.

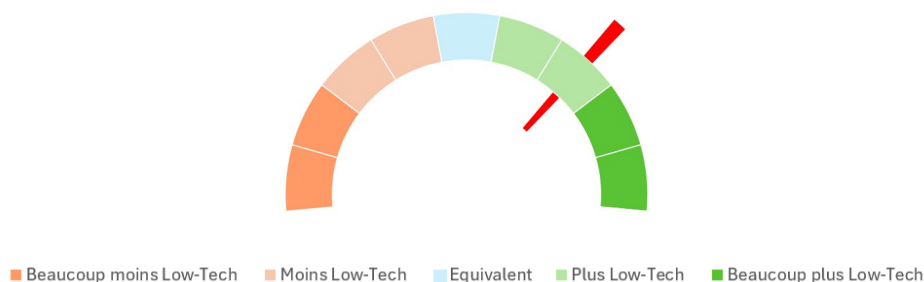


Figure 10. Échelle de notation et visualisation des résultats incluse dans l'outil

L'outil n'a pas vocation à une évaluation par des acteurs tiers (clients, certificateurs) ou pour une démarche de labellisation. Cet effet est une crainte importante qui a été soulignée par la communauté low-tech interrogée lors des entretiens semis dirigés et par l'intermédiaire de la consultation. Le format de résultat sélectionné essaye de limiter ce risque en **inscrivant les résultats dans un contexte précis**.

4.5. Limites de l'outil

L'outil de caractérisation développé constitue une proposition opérationnelle pour évaluer de manière comparative le caractère low-tech d'un produit ou service. Toutefois, plusieurs limites doivent être prises en compte dans son utilisation.

Tout d'abord, l'outil repose sur une analyse relative à un scénario de référence. Le choix de ce scénario est central, mais peut s'avérer délicat : il conditionne fortement les résultats et peut induire des biais si la comparaison n'est pas rigoureusement justifiée. La pertinence de l'évaluation dépend donc de la **qualité de ce choix et de la sincérité de l'analyse**.

Ensuite, certains aspects des démarches low-tech sont **difficilement traduisibles sous forme de critères mesurables**. Des dimensions comme la réappropriation des savoirs, l'alignement de la réponse au besoin ou encore l'ancrage local relèvent parfois de dynamiques sociales ou culturelles peu objectivables. Si l'outil tente bien de les intégrer, il ne peut les appréhender dans toute leur complexité.

Par ailleurs, l'outil ne traite pas des impacts quantitatifs en matière d'empreinte environnementale. Il ne se substitue pas à une Analyse de Cycle de Vie (ACV), mais la complète en apportant un éclairage qualitatif sur les logiques de conception. L'évaluation du critère Durable étant **moins précis qu'une ACV**, une question a été incluse permettant de s'appuyer sur les résultats d'une ACV comparative qui aurait été réalisée le cas échéant entre le système étudié et le système de référence.

Enfin, **l'outil n'a pas vocation à fournir des résultats standardisés, comparables d'une organisation à l'autre**. Il se veut un support à la réflexion et à la progression, adapté à des contextes variés. Il nécessite donc un usage critique, et une appropriation par les équipes qui souhaitent initier ou structurer une démarche low-tech.

4.6. Tests et études de cas

Des tests et des études de cas ont été menés tout au long du processus de conception de l'outil de caractérisation pour assurer la **pertinence des résultats délivrés** et de la **clarté de l'interface utilisateur**.

Les tests ont notamment permis d'ajuster les clés de pondération et l'échelle de transposition des scores en résultats qualitatifs. Ces tests ont été réalisés en interne en comparant un scénario de référence à son équivalent low-tech. Les cas suivants ont été réalisés, sur la base des évaluations environnementales comparées des travaux du volet 1 et des travaux identifiés dans la revue bibliographique :

- Rocket Stove (La Belle Tech) / Cuisinier à gaz (Electrolux)
- Vélo-bus scolaire (Waylibus) / Voiture (Renault)
- Borne de recharge solaire pour vélo à assistance électrique (Betobo) & Vélo à assistance électrique (Decathlon) / Borne de recharge pour voiture électrique (e-Totem) & Voiture électrique (Renault)
- Cafetière sobre (Bialetti) / Machine à café high-tech (Lavazza)
- Tiny House (MyTinyHouse) / Maison construite (Maisons Pierre)
- Service de location de vêtements (Possible) / Achat de vêtements (H&M)

A la suite, une phase d'études de cas a permis de collecter des retours d'expérience et d'évaluer l'outil lors de son usage par des utilisateurs potentiels. Dans l'optique de tester l'outil de manière représentative, une attention particulière a été portée à la sélection des organisations participant aux études de cas. L'objectif était de confronter l'outil à des profils et à des projets reflétant la diversité des acteurs susceptibles de s'en emparer. Trois sujets d'études de cas ont finalement été retenus :

- Conception et la construction d'un collège (Bouygues)
- Engins de manutention (Manitou)
- Equipements pour enfants (Wesco)

Nous avons veillé à intégrer des structures variées, tant par leur secteur d'activité que par la **nature des systèmes analysés** (produits à destination d'utilisateurs individuels, produits à usage collectif...). Ce souci de représentativité visait à tester la robustesse de l'outil dans des contextes contrastés, en évitant de se limiter à des initiatives déjà fortement sensibilisées à la démarche low-tech. Le choix s'est donc porté sur des **publics majoritairement novices sur le sujet**, afin de vérifier que l'outil puisse être compris et utilisé par le plus grand nombre.

4.7. Enseignements de l'étude de caractérisation des démarches low-tech

La première série d'enseignements concerne la **structuration méthodologique de l'outil**. La revue bibliographique a mis en évidence différentes manières de caractériser la position low-tech d'un système. Différentes approches existent, chacune marquée par le cadre d'usage envisagé ainsi les utilisateurs ciblés. De ces éléments découlent à la fois le type de résultat envisagé et la méthode de calcul sous-jacente. Notre approche vient s'appuyer sur les précédentes, sans s'y substituer, pour apporter une approche d'évaluation comparative destinée aux acteurs économiques souhaitant améliorer le caractère low-tech d'un système existant, ou bien introduire une alternative innovante. Les travaux réalisés ont par ailleurs montré qu'il est possible de construire une architecture de critères et de sous-critères qui permette d'évaluer de manière cohérente, le caractère low-tech d'un produit ou d'un service, en s'appuyant sur une logique comparative avec un scénario de référence. Cette structure repose sur une base collaborative, alimentée par une consultation, la littérature, les travaux du volet 1, et les apports des experts réunis dans le cadre du Comité de Suivi. Toutefois, la pertinence de l'évaluation produite par l'outil reste conditionnée à la **qualité du scénario de référence mobilisé**, qui influence de manière significative les résultats obtenus. Cette étape de choix du référentiel doit donc être accompagnée méthodologiquement pour limiter les **biais d'interprétation ou d'utilisation**.

Un second enseignement concerne la **posture adoptée dans le développement de l'outil**. Développer un outil low-tech, signifie s'inscrire dans des travaux marqués par la collaboration et l'adaptation à l'échelle locale. C'est pourquoi il est apparu indispensable de construire un **outil ouvert et transparent** pour nourrir les travaux des différents acteurs qui œuvrent pour le déploiement des low-tech. La démarche de consultation entreprise au cours de ce second volet a visé non seulement à renforcer la qualité des critères définis, mais également à initier une dynamique d'appropriation autour de l'outil. Il apparaît essentiel de concevoir, en complément de l'outil technique, une **démarche d'animation et de dialogue** avec les acteurs du terrain.

Par ailleurs, le choix d'un format simple, sous la forme d'un tableur prenant l'apparence d'un questionnaire guidé, s'est révélé pertinent au regard des objectifs fixés. L'usage d'un logiciel libre aurait été appréciable, mais les outils tableurs libres tels que Framacalc ne proposent pas, à l'heure actuelle, la richesse fonctionnelle nécessaire à la conception de l'outil. L'outil conçu permet une prise en main rapide, une automatisation des calculs, tout en garantissant la transparence des résultats. Il offre ainsi une entrée accessible aux utilisateurs non spécialistes, tout en fournissant les éléments nécessaires pour aller plus loin dans l'analyse.

Les retours issus des premières mises en situation ont confirmé l'intérêt de l'outil comme **support de réflexion collective en phase de conception**. Il contribue à structurer ces démarches, en y intégrant les enjeux techniques, environnementaux et sociaux dont la combinaison est propre aux démarches low-tech. L'expérimentation a aussi montré que pour une appropriation efficace, la lecture du guide utilisateur est nécessaire, notamment lors du premier usage, afin de bien comprendre les principes sous-jacents, de choisir un scénario de référence pertinent, et d'interpréter les résultats avec justesse.

Enfin, au-delà de sa seule fonction d'évaluation, l'outil joue un rôle de **montée en compétences**. En incitant les équipes à interroger leurs choix de conception à travers une grille de lecture structurée, il agit comme un support pédagogique, permettant de diffuser les principes des low-tech dans les pratiques des organisations. Par ailleurs, **les résultats obtenus via par l'outil sont plus précis si des interlocuteurs de différentes fonctions participent à son utilisation**, encourageant des démarches de coopération et de dynamique collective dans les démarches de conception ou d'amélioration des produits.

Ainsi, ce second volet confirme que la création d'un outil de caractérisation des démarches Low-Tech peut devenir un levier pour accompagner les organisations vers des démarches de conception plus sobres, accessibles et adaptées aux limites planétaires. Il permet aussi de créer un dialogue autour de ces enjeux au sein des organisations, en offrant un support à la discussion. Cette perspective suppose néanmoins que l'outil soit déployé dans un cadre clair, ouvert à l'amélioration continue, et appuyé par une dynamique collective.

5. Déploiement des démarches low-tech dans les organisations

L'objectif est d'établir une méthodologie d'accompagnement de mise en œuvre d'une démarche low-tech pour accompagner les organisations dans l'application de cette approche.

Cette méthode vise à mettre à disposition de l'ensemble des organisations un guide simple, commun à tous les secteurs d'activité, explicitant les questionnements essentiels pour mettre en place une démarche low-tech dans sa structure.

5.1. Visée des travaux

Cette méthode permet d'appliquer les principes directeurs des low-tech à son fonctionnement interne, à sa manière de produire et à l'offre proposée. Elle est construite autour de questionnements clés, permettant d'identifier des actions concrètes à mettre en place pour rendre l'organisation plus durable et plus résiliente.

Cette méthode s'appuie sur les enseignements tirés des autres travaux produits dans le cadre de cette étude. Elle s'articule notamment **sur quatre critères, qui sont communs à ceux utilisés dans l'outil de caractérisation** : utile, accessible, durable et organisationnel.

L'objectif des travaux est de décrire la marche à suivre pour que les organisations puissent s'engager dans une démarche low-tech, de rendre lisible et maximiser l'adoption de la démarche auprès des acteurs économiques. Appliquée dans sa totalité, la méthode permet de maximiser l'utilité de l'offre, diminuer l'impact environnemental et améliorer l'impact social de la structure en touchant sa chaîne de valeur. La méthode permet aussi de questionner le modèle économique pour mettre en cohérence les choix faits à l'échelle globale de l'organisation (offre, modèle de production, conception des produits et services, fonctionnement interne, etc.).

La Méthode d'Application de la Low-Tech en Organisation est résumée dans la suite du rapport par l'acronyme MALTO.

5.1.1. Public cible

Plusieurs publics cibles ont été identifiés au cours des travaux, en fonction du cadre d'utilisation de la méthode.

Deux principaux cadres d'utilisation se dégagent : une **utilisation interne** à l'organisation ou une **utilisation avec accompagnement externe**. Dans le cadre d'une utilisation interne, la démarche opérationnelle et les outils développés sont pris en main par des acteurs au sein de l'organisation (direction ou autre acteur transverse) et appliqués de façon autonome. Dans le cadre d'une utilisation avec accompagnement externe, l'organisation est accompagnée par un accompagnateur ne faisant pas partie de l'organisation, qui peut apporter une expertise ciblée sur les low-tech, sur la facilitation et l'animation d'ateliers ou sur le secteur d'activité pour épauler la démarche.

Les acteurs potentiellement impliqués sont les suivants :

- Les **porteurs de projets**, qu'ils gèrent leur propre structure ou qu'ils portent un projet au sein d'une organisation.
- **L'équipe dirigeante** souhaitant appliquer la démarche. En effet, la méthode s'adresse particulièrement aux décideurs qui ont une vue globale de l'organisation et peuvent orienter les choix dans le sens de la démarche low-tech.
- **Les responsables RSE d'entreprises**, qui souhaitent s'appuyer sur une méthode reconnue par l'ADEME pour initier des changements structuraux dans leur structure.
- Les **ingénieurs et designers** : en fonction du périmètre d'application choisi, la méthode permet de concevoir ou reconcevoir de manière frugale. La méthode permet aussi d'élargir les enjeux de la conception pour prendre en compte des critères comme l'implication des usagers dans la conception ou la diffusion des savoirs.
- **L'ADEME et autres parties prenantes**, dans le cas d'une utilisation avec accompagnement externe. Les agents en relation avec les porteurs de projet ou bien avec les équipes dirigeantes pourront rediriger leurs interlocuteurs vers la méthode et les outils.
- Les **accompagnateurs** (par exemple bureaux d'études et consultants), dans le cadre d'utilisation avec accompagnement externe. Dans ce cas de figure, la méthode sert de base pour accompagner des porteurs de projets ou équipe dirigeante pour intégrer les low-tech dans les organisations.

5.1.2. Caractéristiques de la méthode

Afin de lever les freins à l'adoption des low-tech par les acteurs économiques MALTO doit répondre à plusieurs critères :

- Être **pertinente** : cibler vers des actions low-tech ambitieuses, applicables à **des organisations**

existantes qui souhaitent devenir davantage low-tech, mais aussi à des créations d'organisations low-tech.

- **Permettre l'action** à court, moyen et long terme, pour garantir son utilité et orienter vers des actions qui améliorent les résultats de l'analyse low-tech permise par le référentiel de caractérisation, c'est-à-dire centrer l'offre sur le besoin des utilisateurs, et intégrer les enjeux sociaux (accessibilité, accès et partage du savoir, etc.).
- **Être attractive** : pour maximiser l'adoption, la méthode met en lumière les avantages des low-tech pour les acteurs économiques (diminution de l'impact environnemental et de la longueur de la supply chain, augmentation de la résilience et de la pérennité économique, etc.)
- **Être facile d'utilisation et accessible** : que ce soit dans les termes ou les notions utilisés, mais aussi dans son ergonomie.

5.1.2.1. Une méthode pertinente

Le développement de la méthode a été fait de façon à l'**ancrer dans la réalité tout en maintenant un niveau d'ambition très élevé**. Un levier clé identifié pour maintenir un niveau d'ambition adapté est le choix des exemples qui permettent d'illustrer la méthode et d'orienter les pratiques des acteurs choisissant de mettre en place la méthode dans leur organisation.

Pour autant, il est important de replacer la méthode développée dans le paysage des travaux existants (voir 0). En effet, à l'instar de la définition des low-tech, il existe une multiplicité d'outils et méthodologies qui ont chacun des **objectifs et limites propres**. La méthode doit aussi favoriser l'innovation, étant donné qu'elle s'inscrit dans un paysage de projet et de démarches low-tech plutôt expérimental.

5.1.2.1. Une méthode qui pousse à l'action

La méthode a été conçue de façon à **soulever des questionnements** à travers chaque étape. En effet, le questionnement est central aux démarches low-tech (notamment via le questionnement du besoin ou de l'utilisation de la technologie). La dynamique de questionnement permet aussi d'impliquer l'utilisateur dans la démarche, plutôt que de proposer un cadre fixe et préétabli pour s'engager dans une démarche low-tech.

La démarche **propose une multitude d'outils** pour apporter des éléments de réflexion voire de réponse aux questions soulevées. Les outils font partie intégrante de la méthode, et jouent un rôle essentiel pour assurer le caractère opérationnel de MALTO. Les outils ont été en majorité sélectionnés parmi des approches et outils déjà existants, et adaptés aux spécificités des démarches low-tech (en intégrant le techno discernement par exemple). Un ou une ingénieur chef de production pourra ainsi s'appuyer sur des outils tels que l'outil « Analyse de déroulement low-tech » (inspiré du lean-management) pour identifier les gaspillages d'énergie, de ressource (eau, matières premières, temps) dans les procédés.

La méthode d'application présente également de **nombreux exemples sourcés** pour permettre aux utilisateurs de se projeter dans son application.

5.1.2.2. Une méthode facile d'utilisation

La question du périmètre d'application adapté pour mettre en œuvre une démarche low-tech dans les organisations reste entière. Il s'agit d'un point de questionnement initialement abordé par le cahier des charges des présents travaux, et un point sur lequel de nombreuses variations ont été observées dans la revue bibliographique. Le choix final effectué dans le cadre des travaux menés a été de construire une démarche **modulable**, car cela permet d'impliquer plus facilement les équipes et pousse à une démarche d'amélioration continue.

Pour cela, la méthode permet à l'utilisateur de **choisir le périmètre d'action**. En pratique, cette modularité permet de choisir sur quel périmètre s'appliquent les questionnements (conception de l'offre, modèle économique, moyens de production, etc.) et de filtrer les actions proposées. Ainsi, une organisation n'est pas forcée d'appliquer l'ensemble de la méthode. Un dirigeant qui souhaite travailler uniquement sur les matériaux de son produit pourra ainsi réfléchir à la relocalisation des achats, la sélection de matériaux renouvelable, la solidité/durabilité de la matière... Si la méthode s'avère utile, alors il sera possible d'élargir le périmètre de low-technisation.

Une attention particulière a été portée au caractère **explicite de la méthode** et sur la **facilité de prise en main** pour les utilisateurs, grâce au vocabulaire choisi et les éléments de définition proposés. Dans la mesure du possible, les outils référencés dans la méthode sont issus de démarches relativement connues des organisations (entreprise régénérative, lean-management, roue de Brezet...), notamment pour minimiser le temps de prise en main nécessaire à l'utilisation. Un entrepreneur qui se questionne sur l'utilité de son offre grâce à l'application de la MALTO pourra facilement utiliser l'outil « Persona low-tech », car il ne s'agit que d'une version low-tech d'un outil déjà connu.

5.2. Construction de la méthode

Le point de départ de construction de la méthode a notamment été la revue bibliographique, qui a analysé les méthodes existantes et recensé l'ensemble des actions mises en place par les acteurs des low-tech. Cette étape a permis de constituer un corpus étendu et cohérent de recommandations et d'outils adaptés à la mise en place d'une démarche low-tech dans les organisations.

Cette étape a également permis de formaliser clairement le cadre d'usage et l'objectif de la méthodologie des travaux, son public cible et les orientations prises pour construire un outil d'accompagnement pertinent. Un point faible identifié lors de l'étude bibliographique a notamment été l'absence d'une méthode globale (prenant en compte à la fois le modèle d'affaires et les enjeux de production) pour déployer les low-tech dans les organisations.

5.2.1. Architecture de la démarche

L'architecture globale de la méthode est inspirée de la roue de Brezet. Cette dernière décompose le cycle de vie d'un produit et associe des actions concrètes à chaque étape, principe qui a été repris dans la méthode développée.

L'ensemble des actions et principes low-tech identifiés au fil de la revue bibliographique (plus d'une centaine) a été analysé de façon à ne conserver qu'une soixantaine d'idées correspondant à des occurrences uniques. Ces éléments ont été classés en sept périmètre, comprenant pour chacun trois questionnements :

Périmètres	Questionnements
1 Besoin	Questionner la nécessité du besoin
	Envisager un usage pluriel sans effet rebond
	Penser un produit/service porteur de la démarche low-tech
2 Produits & services	Supprimer des fonctions avec techno-discernement
	Maximiser la durée de vie technique et sociale du produit/service
	Concevoir un produit/service sobre en énergie et matières
3 Fournisseurs & logistique	Concentrer géographiquement le cycle de vie autour de l'usager
	Choisir des fournisseurs soutenables et résilients
	Arbitrer entre stocks et flux pour remettre en question la logistique
4 Production	Impliquer les salariés dans la démarche
	Simplifier les modes de production
	Appliquer la démarche low-tech à toutes les fonctions supports
5 Ouverture	Rendre accessible et appropriable le produit/service
	Partager les outils et les compétences de l'organisation
	Améliorer la transparence de l'activité
6 Modèle d'affaires	Opter pour un modèle économique durable et résilient
	Choisir la meilleure échelle de production et de diffusion
	Financer l'entreprise durablement
7 Gouvernance	Impliquer la gouvernance dans une stratégie de frugalité
	Partager la gouvernance
	Conduire le changement vers la low-tech

Tableau 10 Récapitulatif des périmètres et questionnements de la méthode MALTO

La mise en œuvre concrète de la méthodologie se structure en quatre étapes :

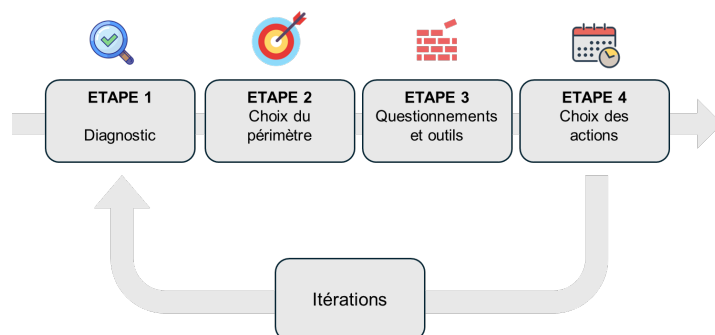


Figure 11 Etapes de mise en œuvre d'une démarche low-tech dans les organisations

5.2.1.1. Diagnostic

Cette première étape permet de fixer des objectifs à l'application de la méthode de mise en œuvre de démarche low-tech en entreprise. En effet, les entreprises peuvent débuter leur démarche avec des objectifs distincts en fonction de leurs enjeux propres, leur secteur d'activité et leur niveau de maturité (réduction des impacts environnementaux, innovation et reconception de l'offre, enjeux de résilience économique, d'analyse et de structuration de la chaîne de valeur, etc.)

Ce diagnostic consiste en trois points :

- Définir, avec tous les acteurs de l'entreprise impliqués dans la démarche, sa **vocation**. Pour cela, la méthode propose de se poser la question de la raison d'être de l'entreprise, de son utilité sociale, de son histoire.
- Mesurer les **risques** qui pèsent sur l'entreprise, afin de mieux connaître ses vulnérabilités pour orienter la démarche low-tech vers davantage de résilience.
- **Mesurer les impacts environnementaux et sociaux** de l'entreprise afin d'orienter la démarche low-tech de l'entreprise vers davantage d'exemplarité.

Vocation	Risques	Impacts
• Quelle est la raison d'être de l'entreprise ? • Quelle est son utilité sociale ? • Quelle est son histoire ?	• Quels sont les risques qui pèsent sur mon organisation ? • Mesurer leur gravité et leur fréquence. • Sur quelles étapes du cycle de vie sont-ils les plus forts ?	• Mesurer les impacts de l'entreprise (environnementaux et sociaux). • Sur quelles étapes du cycle de vie sont-ils les plus importants ?
Se concentrer sur la vocation de l'entreprise	Se fixer des contraintes à respecter pour augmenter la résilience de l'entreprise	Se donner l'objectif de respecter les limites planétaires et les planchers sociaux

Figure 12 Synthèse des questionnements de l'étape de diagnostic

A l'issue de cette étape, l'entreprise s'est fixée des objectifs et des contraintes, qui permettront d'orienter les réflexions menées dans la suite.

5.2.1.2. Choix des périmètres

Le but de cette deuxième étape est de sélectionner le ou les périmètres les plus adaptés à la situation de l'entreprise, en s'appuyant sur la phase précédente de diagnostic.

Les sept périmètres sont les suivants :

1. Besoin : remettre en question le besoin l'offre ;
2. Produit / service : simplifier le produit / service et le rendre plus low-tech ;
3. Fournisseurs et logistique : relocaliser, repenser sa chaîne de fournisseurs ;
4. Production : transformer ses moyens de production et revenir à l'essentiel ;
5. Ouverture : développer et ouvrir les connaissances de l'entreprise ;
6. Modèle d'affaires : orienter son modèle d'affaires pour favoriser la résilience de l'entreprise ;
7. Gouvernance : structurer une gouvernance participative.

Pour des raisons de modularité évoquées plus haut, il a été décidé de rendre tous les périmètres facultatifs, même si le périmètre « Besoin » apparaît au cœur de la démarche low-tech.

Ainsi l'entreprise peut choisir d'étudier les 7 périmètres proposés (c'est la stratégie « escalier ») ou bien seulement quelques-uns (c'est la stratégie « damier »). Les deux stratégies ont leurs avantages et inconvénients : alors que la première permet de couvrir l'intégralité de la chaîne de valeur de l'entreprise moyennant un temps certain, la seconde permet de se focaliser sur un domaine particulier, mais en mettant de côté la vision holistique de la démarche low-tech.

5.2.1.3. Questionnements

L'étape de questionnement est la phase clé de la démarche. Il s'agit d'une étape qui peut toucher à toutes les fonctions au sein de l'entreprise (stratégie, gestion des compétences, processus de production, politique d'achats, orientation de la conception et de la R&D, etc.) et nécessite donc d'impliquer des employés de chacune de toutes ces fonctions. Ces réflexions sont à conduire de préférence de façon collective, sous forme d'ateliers de brainstorming²⁰ pour favoriser l'émergence des idées et le caractère transformateur de la démarche.

L'objectif est de parcourir les questionnements proposés par les outils développés pour faire émerger des pistes d'action permettant de rendre l'organisation plus low-tech et de répondre aux risques et impacts identifiés à la première étape de diagnostic.

5.2.1.4. Passage à l'action

Le but de cette dernière étape est de **regrouper l'ensemble des idées** qui ont émergé grâce aux questionnements et de sélectionner les meilleures par un vote. Ce travail permet de construire un plan d'action concret, où chaque action identifiée est dimensionnée, et affectée à une personne responsable et pertinente pour mener cette action.

5.2.1.5. Résumé de l'architecture adoptée

Etape	Nom	Description	Détail
1	Diagnostic	Faire un état des lieux de la situation de l'entreprise : son offre, ses impacts, ses risques, afin de se fixer des objectifs à l'application de la méthode	• Vocation • Risques • Impacts
2	Choix des périmètres	Sélection d'un ou plusieurs périmètres d'application de la méthode	1. Besoin 2. Produit & Service 3. Fournisseurs & logistique 4. Production 5. Ouverture 6. Modèle d'affaires 7. Gouvernance
3	Lecture des questionnements et utilisation des outils	Passage en revue des questionnements et des idées proposées, afin de sélectionner les meilleures ou d'en faire émerger de nouvelles.	21 questionnements, soit 3 questionnements par périmètre. Environ 3 fiches actions/idées par questionnement (une soixantaine en tout)
4	Passage à l'action	Sélection par un vote en groupe des meilleures idées pour l'entreprise et désignation des personnes responsables.	Affichage des idées sélectionnées à l'étape 3 et organisation d'un vote.

Tableau 11 : Tableau résumé de l'architecture adoptée pour la MALTO

5.2.2. Construction des outils

Comme précisé précédemment, le travail mené a consisté à solidifier une base d'outils concrets permettant l'application de la méthode au sein des entreprises, en complément du processus d'application de la méthode. Ceci est un besoin fort qui ressort de la revue bibliographique, et des attentes formulées au commencement du projet. La MALTO s'appuie sur un outil principal, qui présente l'architecture de la méthode, les différentes étapes, les questionnements et les fiches idées/actions. Il sert d'outil de suivi et de progression au fur et au mesure des différentes étapes.

²⁰ Remue-méninges en bon français.

La production d'outils spécifiques a par ailleurs parfois été nécessaire pour mettre en application les fiches idées ou actions qui sous-tendent les questionnements. Par exemple, pour reconcevoir un produit de manière low-tech, un déroulé d'atelier de « remue-méninge » ainsi qu'un tableur dédié ont été développés pour appuyer les démarches de conception ou reconception de produits ou services dans une optique low-tech. Les résultats obtenus via les outils spécifiques peuvent ainsi être utilisés pour un, ou plusieurs questionnements.

5.2.2.1. Outil principal

Le format de tableur a été choisi pour l'outil principal. En effet, le format permet de rendre la méthode la plus facile d'utilisation. C'est un format maîtrisé dans toutes les entreprises qui permet un affichage clair. Par ailleurs, le format tableur permet de conserver une trace numérique des réflexions, des idées qui ont été identifiées puis sélectionnées. Ainsi, la méthode peut être utilisée plusieurs fois en repartant des travaux précédents.

Un guide d'utilisation et des aides à utilisation et/ou au remplissage complète l'outil, pour remettre l'outil dans son contexte et la philosophie de la méthode, et faciliter la prise en main. L'outil est également conçu de façon à permettre une utilisation hors outils numériques, via un affichage en format A4, qui permet des impressions faciles. Le format imprimé peut en effet être particulièrement adapté aux fiches idées ou action.

Le tableur principal comprend un onglet dédié pour chaque étape et chaque questionnement de la méthode, ainsi qu'un menu permettant de naviguer entre les onglets du tableur dans le bon ordre.

5.2.2.2. Outils spécifiques

Les travaux ont permis de produire huit outils spécifiques à certaines fiches idées/actions. Ces outils ont été imaginé de toute pièce pour les besoins de la méthode ou bien adapté d'outils existants pour y intégrer les principes de la démarche low-tech. Un mode d'emploi ou d'animation est systématiquement fourni pour accompagner l'outil.

Les outils adaptés ou créés pour la méthode sont les suivants :

- Analyse des risques : animation et tableur. Des outils similaires existent déjà au sein des entreprises. Cet outil permet de placer les risques sur une matrice fréquence/gravité.
- Analyse de déroulement low-tech : mode d'emploi et tableur. Il s'agit d'un outil déjà existant dans les entreprises, mais adapté, pour permettre de remettre en question la nécessité de certaines étapes de production. L'objectif étant d'optimiser les modes de production dans une démarche low-tech.
- Analyse de la valeur et reconception : mode d'emploi et tableur. L'outil a été créé de toutes pièces ; il permet d'objectiver l'innovation soustractive.
- Persona low-tech : fiche d'animation et présentation. L'outil existe déjà entreprise ; il a simplement été adapté pour couvrir des questions propres à la low-tech.
- Recontextualisation : fiche d'animation et présentation. L'outil permet de se projeter dans un autre temps, afin contrôler la pérennité de la solution actuelle.
- Focus groupe Besoin : fiche d'animation. L'outil existe déjà, il a simplement été recentré sur le besoin et adapté pour prendre en compte les principes low-tech.
- Calcul du TCO (Total Cost of Ownership) : fiche descriptive. L'outil est utilisé en entreprise tel quel.
- Formation rapide à la démarche low-tech. Il s'agit d'un rappel des grands principes de la low-tech.

5.3. Etudes de cas

La méthode a fait l'objet d'un test au travers de 3 études de cas. Trois entreprises ont été sélectionnées selon leur secteur d'activité, taille et niveau d'appétence pour les low-tech. La première est une industrie agroalimentaire de 12 salariés pour laquelle la méthode a été testée sous la forme d'un accompagnement dont Kerlotec était l'animateur. La deuxième étude de cas a été réalisée auprès d'une entreprise de service multi-techniques et notamment la maîtrise d'œuvre en infrastructure énergétique de 34 500 collaborateurs. Le travail a porté sur la réponse à un cahier des charges pour l'installation d'une ombrière photovoltaïque. La méthode d'application de la low-tech a été ainsi utilisée pour produire des recommandations pour l'entreprise à la lecture de ce document. Enfin, la dernière étude de cas est l'utilisation en autonomie de la méthode par une entreprise d'aménagement intérieur pour locaux professionnels. Elle propose par exemple de la conception et de la réalisation d'espace de bureau. Cette entreprise regroupe 250 collaborateurs.

La différence de format dans les études de cas nous a permis de tester plusieurs hypothèses :

- La possibilité de sélectionner différents périmètres d'application permet de faciliter la prise en main de la méthode.
- La méthode oriente vers l'action et pousse à l'innovation grâce à des fiches actions et des fiches idées.
- La méthode repose sur l'animation de groupe pour profiter d'intelligence collective au sein de l'entreprise. L'hypothèse faite dans la création de la méthode est que cette compétence est présente au sein des entreprises.
- Le séquençage de la méthode permet de gérer la quantité d'informations demandée qui est assez importante. La progressivité a ainsi été pensée comme un levier pour appliquer la méthode de manière efficace.

- La méthode est applicable à n'importe quelle activité.

Les études de cas ont montré que la méthode permet de générer des idées de simplification dans chaque forme d'application et pour chaque type d'activité productive ou de service. La quantité d'information n'a pas été un frein à son application et sa nature modulable a rassuré ses utilisateurs.

En revanche quelques améliorations ont été identifiées grâce à ces tests :

- La cartographie du cycle de vie devrait-être placée également dans la partie diagnostic, ce qui facilitera l'analyse des risques.
- Guider l'utilisateur dans la sélection des risques, et souligner le besoin de priorisation vers des risques en lien avec les objectifs de la démarche low-tech : énergie/matière, social et impact.
- Ajouter des explications pour distinguer le périmètre « besoin » et le périmètre « produit et service ».
- Ajouter des éléments de contexte pour faciliter le choix des périmètres dans un format explicite pour l'utilisateur.
- Ajouter les responsables RSE dans la liste des cibles de la méthode dans le guide méthodologique et dans les fiches d'animation.
- Ajouter des précisions sur le rôle de l'utilisateur en matière d'animation de la méthode.
- Ajouter un encart dans le guide méthodologique sur l'application de la méthode dans le cadre d'un CCTP.

5.4. Enseignements du volet 3

Le premier enseignement du volet 3 porte sur le **caractère novateur et inédit** des travaux entrepris. En effet, les travaux analysés dans la revue bibliographique ne se positionnent pas sur les mêmes objectifs, ni sur un périmètre d'application de la méthode couvrant tous les enjeux qui traversent les entreprises (choix de production, modèle d'affaires, conception de l'offre, etc.). L'ADEME se positionne donc en moteur sur la démarche low-tech et permet d'offrir un **cadre complémentaire** aux travaux existants. Cette première base pourra être enrichie à la fois par les retours d'expérience de l'application de la méthode, mais aussi des travaux à venir produits par les acteurs historiques de l'écosystème low-tech.

Un enseignement fort réside également dans la **porosité** entre la démarche low-tech et d'autres méthodes déjà existantes comme l'éco-conception. Les travaux produits ont veillé à ne pas empiéter sur ces démarches, tout en créant des ponts et en se resserrant la méthode sur les **spécificités de la démarche low-tech, notamment l'importance de l'utilité de l'offre**, et sur ses caractéristiques différenciantes.

A l'issue des travaux, il est apparu assez clairement que bon nombre d'outils déjà existants, référencés au sein de la librairie ADEME, peuvent être adaptés pour s'inscrire dans une démarche low-tech, en intégrant des notions spécifiques comme le questionnement du besoin et les enjeux de sobriété. Ces points de contact permettent de faciliter l'adhésion à la méthode au sein des entreprises. Ils permettent également d'accélérer le déploiement des low-tech en entreprises qui sont en demande d'outils concrets et de cadre d'action précis pour s'engager dans la démarche, comme l'ont confirmé les études de cas.

Les études de cas ont par ailleurs permis de faire ressortir un **véritable intérêt** de la part des entreprises au sujet des low-tech. La plupart des interlocuteurs interrogés ont notamment souligné le caractère « astucieux », « bon marché », « robuste » et orienté vers la « reprise en main de la chaîne de valeur ».

Conclusion

L'objectif de ce rapport est de lever des freins à l'adoption des low-tech dans les organisations en traitant deux sources de flou régulièrement soulevées par les organisations : l'absence de données chiffrées permettant de **démontrer la plus-value des low-tech** par rapport à des pratiques conventionnelles, mais aussi le **manque d'outils transversaux et concrets** permettant d'opérationnaliser la démarche.

Les conclusions des Empreintes Projet®, qui ont permis l'analyse comparée de 5 projets low-tech, soulignent la **meilleure performance des solutions low-tech** par rapport à leur scénario de référence vis-à-vis du **changement climatique** et l'**épuisement des ressources**. Ceci rejoint les principes au cœur des démarches low-tech, à savoir la frugalité, la réduction drastique des impacts environnementaux et le fait de privilégier l'existant. Néanmoins, les analyses mettent aussi en évidence des transferts d'impact potentiels sur d'autres indicateurs. Pour approfondir ces premières conclusions et accroître la fiabilité des résultats, il pourrait être pertinent **d'élargir le périmètre des secteurs couverts par l'analyse**. En effet, la mobilité, l'habitat, l'électronique et la restauration ont pu être partiellement couverts via les objets d'études, mais d'autres secteurs répondant à des besoins essentiels, tels que la production alimentaire, vestimentaire, ou encore la communication, manquent encore à l'appel. Une autre approche pourrait être également de **consolider des enseignements sectoriels** en élargissant les solutions et les cas d'usage étudiés. Au vu des premiers résultats obtenus et de la composition de l'échantillon, le secteur de la mobilité ressort comme un bon candidat pour ce travail.

Les travaux réalisés ont été fortement marqués par leur **dimension comparative**. Les low-tech se placent dans une optique relative, ce qui explique cette approche dans les évaluations menées au cours des volets 1 et 2. Par conséquent, le **choix du scénario de référence** et le maintien d'un périmètre constant entre celui-ci et la solution étudiée sont des éléments déterminants dans la méthodologie et les résultats obtenus. C'est pourquoi une partie importante des travaux menés a notamment eu pour objectif de formaliser des supports pour guider les choix et les calculs réalisés.

Les études de cas menées lors des phases de conception de l'outil de caractérisation et de la méthode d'application des low-tech en organisation ont permis de percevoir **l'intérêt croissant des organisations** pour les démarches low-tech. Bouleversements géopolitiques, tensions sur les chaînes d'approvisionnement, événements climatiques extrêmes et hausses des coûts des matières premières sont autant de dynamiques actuelles qui renforcent l'intérêt de ces démarches pour accroître la résilience des organisations. Par ailleurs, le caractère transformant des low-tech, permettant de réduire de façon importante l'impact environnemental, rejoint certaines **démarches d'innovation** en interne. Si un ensemble d'outils concrets a pu être développé au cours de cette étude, il s'inscrit dans la continuité de l'existant et n'a aucunement vocation à remplacer l'existant, mais bien offrir un éclairage complémentaire. Au-delà de leur finalité première (offrir un cadre d'évaluation comparé et dessiner un chemin pour orienter les entreprises vers des démarches low-tech), ces outils sont également ressortis comme des **supports de dialogue** permettant de mettre en place des projets collectifs. En effet, tous les résultats obtenus lors des tests des outils soulignent le rôle clé de la collaboration, qui fait écho aux racines du mouvement low-tech.

Table des tableaux et illustrations

Figure 1 Principe de la méthode Empreinte Projet®.....	9
Figure 2 Exemple fictif d'arbre des conséquences (d'après les cas d'étude fournis par la méthode)	10
Figure 3 Branche de l'arbre de conséquences du Projet Rocket Stove.....	14
Figure 4 Arbre d'aide à la décision pour déterminer un scénario de référence dans le cadre de l'application de la méthode EP	17
Figure 5 Résultats quantitatifs, outil OséOns (en haut) et outil IAE et Centrale Nantes (en bas)	25
Figure 6 Comparaison de résultats dans le cadre d'évaluation de OséOns (2022).....	26
Figure 7 Exemple de résultats après utilisation du Lowreka score - four solaire (par rapport à des plaques vitro céramique en France), présentation du webinaire du 20 juin 2025)	26
Figure 8 Aperçu de la logique de calcul.....	37
Figure 9. Architecture de pondération	38
Figure 10. Échelle de notation et visualisation des résultats incluse dans l'outil	38
Figure 11 Etapes de mise en œuvre d'une démarche low-tech dans les organisations	44
Figure 12 Synthèse des questionnements de l'étape de diagnostic	44
Tableau 1 Description des projets évalués	12
Tableau 2 Scénarios de référence et unités d'analyse	13
Tableau 3 Tendances par indicateur et bilan score unique	15
Tableau 4 Analyse comparative des critères récurrents dans la littérature	28
Tableau 5 Principales étapes de la méthode de low-technisation du projet Corécol	31
Tableau 6 La structuration de la démarche low-tech en entreprise proposée par Jaeger et al.	31
Tableau 7 Principales étapes de la démarche low-tech de La Belle Tech, site internet de l'entreprise (La Belle tech, 2025).	29
Tableau 8 Les dix-sept principes de l'entreprise régénérative.....	33
Tableau 9 Critères et sous-critères de l'outil.....	36
Tableau 10 Récapitulatif des périmètres et questionnements de la méthode MALTO	43
Tableau 11 : Tableau résumé de l'architecture adoptée pour la MALTO.....	45

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



EXPERTISES

EVALUATION, CARACTERISATION ET MISE EN ŒUVRE DES DEMARCHES LOW- TECH

Cette étude a été réalisée pour l'ADEME dans l'optique de lever deux freins à l'adoption des low-tech par les acteurs économiques.

L'évaluation environnementale de projets low-tech a permis d'apporter des conclusions objectives et chiffrées concernant la meilleure performance environnementale des solutions low-tech par rapport à leur scénario de référence. De façon transversale, les low-tech se détachent comme particulièrement pertinentes pour aborder les problématiques du changement climatique et d'équipement des ressources.

D'autre part, les travaux en chambre, études de cas et entretiens menés ont permis de formaliser un cadre opérationnel complet pour aborder les low-tech à l'échelle d'un produit et des organisations. Ces outils apportent un éclairage complémentaire à ceux portés par nombre d'acteurs des mouvements low-tech. Ils constituent à leur manière une base technique pour encourager le passage à l'action, qui nécessitera un accompagnement culturel pour que les entreprises s'approprient la démarche et que low-tech conservent leur dimension transformante.

La démarche low-tech dans les organisations est un processus au long cours, qui implique toutes les fonctions.

L'ensemble des analyses et conclusions présenté dans ce rapport pourront servir d'appui pour convaincre à passer à l'action et guider les organisations dans ce cheminement.