



**HAL**  
open science

## **Des valeurs Low-Tech aux concepts et techniques utilisés dans les processus de développement et production : proposition d'une méthodologie de thèse**

Jean-Baptiste Le Floch, Matthieu Bricogne, Magali Bosch-Mauchand

### ► **To cite this version:**

Jean-Baptiste Le Floch, Matthieu Bricogne, Magali Bosch-Mauchand. Des valeurs Low-Tech aux concepts et techniques utilisés dans les processus de développement et production : proposition d'une méthodologie de thèse. Colloque S.Mart 2025, GIS S.Mart RAO, May 2025, Vogüé (Ardèche - France), France. ⟨hal-05244916⟩

**HAL Id: hal-05244916**

**<https://hal.science/hal-05244916v1>**

Submitted on 8 Sep 2025

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

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



HAL Authorization



# Des valeurs Low-Tech aux concepts et techniques utilisés dans les processus de développement et production : proposition d'une méthodologie de thèse

Jean-Baptiste Le Floch <sup>a,\*</sup>, Matthieu Bricogne <sup>a</sup>, Magali Bosch-Mauchand <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire Roberval, Compiègne, France

\* e-mail : jean-baptiste.le-floch@utc.fr

## 1. INTRODUCTION

Compte tenu de l'ampleur et de l'urgence des enjeux environnementaux et sociaux auxquels l'humanité fait face, de nombreuses réflexions sont menées sur nos modes de vie, d'organisations et de production. Aujourd'hui, ces réflexions se traduisent notamment par la mise en question de nos façons de concevoir, produire et consommer les biens et services inhérents aux activités humaines, qu'ils soient « essentiels » ou liés au bien-être.

### 1.1. Valeurs Low-Tech et activité productive

En France, le terme de « Low-Tech » (LT) est utilisé par des acteurs qui promeuvent la simplicité des artefacts techniques et la relocalisation de leur chaîne de valeur afin de répondre aux enjeux environnementaux et sociaux, à contrepied de la complexification du monde et de la globalisation. Le terme « Low-Tech » s'est popularisé dans la sphère francophone depuis 2014 suite à l'ouvrage de Philippe Bihouix [1] et à des expériences des fondateurs du LT lab. Un flou sémantique et politique entoure néanmoins ce terme dans la sphère médiatique francophone, amenant son utilisation par des acteurs variés, allant de la sphère écologiste militante décroissante à des multinationales industrielles [2].

En dehors de la francophonie, le terme « low-tech » est généralement utilisé dans un contexte économique pour définir une technologie dont le niveau d'investissement en R&D est considéré comme faible. Les auteurs de [3] présentent les termes « appropriate technologies » comme l'équivalent anglophone du terme LT.

Au-delà du flou médiatique du terme, des travaux scientifiques convergent dans leur formalisation du modèle de valeurs LT [4–6]. S'en dégagent de fortes ambitions de soutenabilité environnementale, sociale et démocratique, ayant notamment pour leviers d'action

une innovation technique systémique ou encore la prise en considération du caractère situé des besoins des utilisateurs.

Sur la base de ces travaux, nous retenons pour la suite de nos recherches deux valeurs LT centrales : la soutenabilité forte [7] et la démocratie technique [8].

La valeur de soutenabilité repose sur la notion de justice intergénérationnelle et donc sur le bien-fondé de mener les activités humaines sans perturber les cycles bio-géo-chimiques, qu'ils soient locaux ou planétaires, au point de mettre en péril l'habitabilité des milieux des humains, tant dans le présent et que dans le futur. La soutenabilité dite forte se distingue de la soutenabilité dite faible selon plusieurs critères : la non-substituabilité des formes de capital (i.e. naturel, social et économique), une innovation à l'échelle systémique et une obligation morale envers la biosphère [7].

La valeur de démocratie technique part du principe que les trajectoires des sciences et des techniques sont une question politique, et que ces trajectoires doivent donc être *a minima* soumise au débat public [8]. Cette valeur intègre aussi bien les aspects de démocratie dite procédurale que de démocratie dite substantielle. La démocratie technique procédurale fait référence à l'intégration des principes démocratiques dans les procédures de décision relatives à la trajectoire du système technique et des sciences [8]. La démocratie technique dite substantielle concerne des techniques et des savoirs qui intègrent et concrétisent des valeurs démocratiques, tels que les outils conviviaux d'Illich [9].

Dans cet article, nous employons donc le terme LT comme un qualificatif faisant référence à l'intégration des valeurs de soutenabilité environnementale forte et de démocratie technique. Ceci permet de préciser ce terme, aujourd'hui employé tant pour décrire une philosophie, une approche, une démarche de développement et de

production, qu'un produit, un système de production, une entreprise, ou encore un imaginaire civilisationnel qui intègre ces valeurs.

Une activité LT inclut généralement le développement et la production d'un artefact matériel, ce qui pose la question de l'outillage méthodologique nécessaire à ces processus. Cet outillage méthodologique, appliqué notamment aux industries manufacturières, est traditionnellement l'objet de recherche du Génie Industriel (GI). L'objectif de ces recherches est principalement de concevoir, optimiser, adapter des Concepts et Techniques (C&T) [10]. Ces C&T peuvent être catégorisés suivant différents niveaux, comme par exemple avec le modèle APMO de [10], qui les classe en approches (philosophie, principes), processus (étapes temporelles), méthodes (règles d'ingénierie) et outils (interfaces avec le monde réel opérationnalisant les trois autres niveaux). Les C&T sont donc des éléments essentiels pour atteindre les objectifs de l'activité productive. Ces objectifs sont définis en accord avec les valeurs que l'organisation souhaite créer, telles que le bien-être, la qualité, l'efficacité, la rentabilité, la sécurité, l'ouverture ou la soutenabilité.

## 1.2. Question de recherche

Nos travaux se positionnent sur la question de l'intégration des valeurs LT dans le développement de produits et dans la production manufacturière. En effet, l'intégration de valeurs telles que la soutenabilité forte ou la démocratie technique peuvent induire des arbitrages spécifiques tant au niveau du développement et de la production, par exemple avec une réparabilité accrue et simplifiée afin que la maintenance soit réalisable par l'utilisateur, qu'au niveau de l'organisation de l'entité productrice, par exemple avec de nouveaux services tels que la production de documentation technique ouverte afin qu'un utilisateur puisse fabriquer le produit par lui-même. De plus, le bénéfice d'un apport méthodologique est notable dans l'analyse des systèmes LT existants, où peuvent être observées des limitations liées à la performance, la sécurité ou l'accès à la connaissance [11].

Afin de répondre à ce besoin méthodologique, nous souhaitons développer une méthode d'évaluation des C&T de développement de produit et de production en se basant sur des critères LT, c'est-à-dire des critères dont l'observation permet de déterminer si les valeurs LT sont intégrées durant et à l'issue des processus.

Dans cet article, nous présentons notre démarche pour développer cette méthode d'évaluation. La suite de l'article se compose tout d'abord d'un état de l'art sur les C&T relatifs aux valeurs LT, sur les C&T pour une démarche LT dans des initiatives académiques, et sur les évaluations de C&T déjà opérées pour d'autres problématiques. Ensuite, nous présentons la méthode d'évaluation envisagée ainsi qu'une illustration de cette méthode, accompagnée de son application sur deux outils d'ingénierie. Enfin, une section dédiée aux discussions précède la conclusion de l'article.

## 2. ETAT DE L'ART

### 2.1. C&T proches des valeurs LT

Côté soutenabilité, les C&T se rapprochant des valeurs LT sont ceux appartenant à la famille du *Design for Sustainability* (DfS). Historiquement, les DfS se sont concentrés sur la soutenabilité environnementale, avec l'éco-conception des produits ou des systèmes produit-service. Les DfS se sont ensuite étendus à des aspects sociaux-éthiques et à des échelles d'innovation plus large, avec par exemple le *Design for sustainable social innovation* ou le *Emotionally durable design* [12, 13]. La soutenabilité sociale partage des valeurs avec la démocratie technique, telle que nous nous y sommes référés dans cet article.

La soutenabilité forte a également déjà été intégrée dans les processus de conception dans les travaux de [7] qui mobilisent le principe de robustesse pour la sélection des solutions, et dans ceux de [14] qui suivent une éthique du *care*, *i. e.* éthique qui se concentre sur le bien-être des parties prenantes via leurs relations.

De plus, dans une démarche LT, la soutenabilité forte s'illustre notamment par une diminution de la consommation matérielle, une simplification des artefacts et le (re)questionnement des besoins [4-6], ce qui rapproche une démarche LT d'approches telles que la sobriété [15] ou la simplicité volontaire [16], tant dans les comportements de consommation que dans les caractéristiques des produits.

Du côté de la production manufacturière, la soutenabilité forte reste un sujet de recherche émergent [17]. La soutenabilité fait l'objet de recherches dans le domaine du *Green/Sustainable manufacturing* [18, 19]. La soutenabilité y est intégrée à tous les niveaux de l'activité productive et diverses stratégies de diminution des impacts environnementaux sont mises en place. Ces stratégies vont de l'optimisation unitaire des processus de fabrication et de transport, en passant par l'intégration de critères environnementaux dans la planification des opérations de production, jusqu'à la recherche d'un optimum global sur toute la chaîne de valeur, via la sélection de fournisseurs écologiquement vertueux, la logistique inverse ou encore la remanufacture [18, 19].

Toutefois, les seules stratégies du *Green/Sustainable manufacturing* ne garantissent pas l'intégration de la soutenabilité forte dans la production manufacturière [17]. En effet, les actions à entreprendre vont au-delà de l'optimisation des processus de production, avec par exemple d'après [17] le remplacement des énergies non-renouvelables par celles qui sont renouvelables, la réutilisation des déchets, ou encore le respect des taux de renouvellement des ressources renouvelables.

Dans le GI plus largement, d'autres stratégies ont également un potentiel de réduction des impacts environnementaux, sous réserve d'appliquer les bonnes pratiques et une mesure des impacts environnementaux, telles que la circularité [20], l'Ecologie industrielle et territoriale [21], le *Lean manufacturing* [22], l'intégration

de technologies de l'industrie 4.0 (e. g. des capteurs connectés pour optimiser la phase d'utilisation), tant dans le développement de produit [23] que dans la production [24], ou encore l'industrie 5.0 par définition [25].

Le concept de démocratie technique ne semble pas formellement mobilisé dans la littérature du GI. En revanche, l'intégration de valeurs démocratiques n'est pas exclue dans les produits et les processus de développement de produit et de production. En effet, la démocratie technique procédurale peut être interprétée dans la participation directe des citoyens dans le développement de produit et la production, au-delà d'une activité professionnelle. C'est par exemple le cas avec les *makers* [26], les *fablab* [27], les ateliers partagés, les chantiers participatifs, la co-conception ou la consultation directe des usagers dans l'analyse du besoin.

Du côté de la démocratie technique substantielle, [8] y classe des technologies telles que les outils conviviaux d'Illich, les technologies appropriées ou les technologies libératrices. Cela fait donc écho aux travaux plus récents de [28, 29] visant à intégrer la valeur de convivialité dans le développement de produit. Nous proposons d'associer à la démocratie technique l'*open-source hardware* [30] et la production par les pairs sur la base des biens communs [31] de par leur création de données techniques à la fois théoriquement accessibles à tous et potentiellement produites par tout citoyen. Enfin, des approches telles que l'innovation frugale, l'approche *Bottom of Pyramid* et l'innovation *Grassroot* ont déjà été rapprochées de la démarche LT [32]. En effet, elles promeuvent également la réponse aux besoins locaux et l'appropriation de la solution technique par les usagers [32].

## 2.2. Propositions de C&T LT dans l'ESR

Une initiative d'envergure est celle du projet européen LT4Sustain avec sa création de contenus pédagogiques en libre accès dans le *Low-Tech book* [6]. Ce livre contient des syllabus et modalités d'enseignement adaptables par les acteurs de l'ESR à leur besoin. Les auteurs commencent par présenter leur modèle d'enseignement, dans lequel sont définis les rôles et les compétences d'un praticien LT. De plus, les auteurs rappellent la nécessité d'intégrer les enjeux d'inclusivité dans les pratiques LT. Les propositions de C&T sont regroupées en 8 axes, qui sont le *Design for Sustainability*, la simplicité des artefacts, la conception ouverte, la conception pour l'allongement de la durée de vie, l'optimisation multicritères, l'éthique de la responsabilité, l'entrepreneuriat, et le territoire.

Une autre initiative à notre connaissance est celle de la *lowtechisation* à l'Université de Technologie de Compiègne [33]. Le concept de *lowtechisation* repose sur trois valeurs : la convivialité, la soutenabilité, et la responsabilité. Cette approche souhaite renouveler les méthodes de conception afin d'intégrer ses trois valeurs et est accompagnée d'outils de réflexion (techno)critiques qui sont articulés à l'aide des méthodes agiles afin d'accompagner les processus d'idéation, de maquettage et d'évaluation lors de la phase de conception.

## 2.3. Evaluation de C&T dans la littérature

Diverses évaluations et sélections de C&T ont été identifiées dans la littérature. L'aspect qui nous intéresse ici est la méthode d'évaluation et de sélection utilisée.

Dans [10], les auteurs proposent des critères d'évaluation de C&T pour le développement de produits multidisciplinaires (DPMD) dans l'industrie (i. e. les produits mécatroniques, cyber-physiques et intelligents). Ces critères sont au nombre de 67 et sont répartis en 4 catégories représentant i) le contexte du DPMD, ii) les aspects relatifs au C&T tels que la tâche remplie, iii) la discipline du concepteur (*hardware*, *software*, connectivité), et iv) les caractéristiques liées aux produits multidisciplinaires. De plus, chaque critère est relié à un ou plusieurs niveaux du modèle APMO.

[34] ont adopté une approche systémique et stratégique pour favoriser l'intégration des outils pour le développement durable. Les auteurs commencent par définir le système, puis les objectifs et les principes à suivre pour atteindre l'état souhaité du système, puis les processus pour mener à bien les objectifs, puis les actions à réaliser dans les processus, puis les outils mobilisables pour réaliser ces actions tout en restant cohérents avec les principes généraux fixés. Concernant l'efficacité des outils, les auteurs proposent une double vérification dynamique : vérifier que les outils contribuent bien aux objectifs et vérifier que le système se dirige bien vers l'état souhaité.

[35] ont proposé une méthode systématique de sélection d'outils pour l'ingénierie système. La méthode des auteurs intègre deux scénarios de sélection d'outil : la sélection du meilleur outil, et la sélection d'un ensemble d'outils. Les critères d'évaluation sont établis à partir d'interview avec les parties prenantes. Ensuite un benchmark est réalisé et diverses options sont établies. Les options potentielles sont notées suite à un essai. Pour la sélection finale de l'option, les auteurs proposent de noter les options en pondérant les critères, puis de sélectionner l'option la mieux notée.

Dans [36], les auteurs ont sélectionné des outils pour le Model-Based System Engineering (MBSE) en menant une revue de littérature systématique sur les outils pour le MBSE en général et pour 5 tâches fondamentales du MBSE. Les auteurs ont analysé 61 travaux de recherche et ont extraits 39 outils classés selon les tâches satisfaites. Les outils sélectionnés sont également accompagnés d'une caractérisation de leurs propriétés principales telles que la licence d'utilisation, le degré de customisation, les systèmes d'exploitation compatibles et une ou deux autres propriétés propres à la tâche de l'outil.

## 3. METHODOLOGIE D'EVALUATION ENVISAGEE

Différentes méthodologies d'évaluation de C&T ont pu être identifiées précédemment. La littérature scientifique sur les C&T dans une démarche LT étant très faible, la revue de littérature systématique est écartée. L'approche par le modèle de valeur nous semble actuellement peu

envisageable. En effet, elle nécessite de définir en amont ce qui est LT ou non, tant au niveau de la société qu'au niveau du produit, des matériaux, des process, etc. Bien que les premiers travaux de conceptualisation du modèle de valeur LT aient posé de premières bases [4–6], un tel modèle holistique reste manquant dans la littérature.

L'approche par les parties prenantes de [35] nécessite des terrains où les C&T peuvent être testés. Avec une telle approche, la création à court terme d'une cartographie des C&T intégrables dans une démarche LT fait face à plusieurs limites. Ces limites peuvent être de l'ordre financier avec l'achat d'équipement d'envergure, de l'ordre temporel avec des effets mesurables sur le long terme, ou encore de l'ordre spatial avec des C&T devant être testés à l'échelle territoriale ou inter-organisation. De plus, dans cette approche, les critères d'évaluation sont spécifiques à chaque sélection. L'homogénéité et la comparaison des évaluations ne sont donc pas garanties. Cette approche ne nous paraît donc pas satisfaisante pour atteindre notre objectif de cartographie à court terme.

Toutefois, plusieurs dimensions d'analyses des C&T se dégagent de l'état de l'art : i) la cohérence des résultats produits avec les valeurs sous-jacentes aux objectifs, ii) l'intégration du C&T dans le contexte visé, iii) une finesse d'évaluation des C&T par tâches iv) l'assemblage d'outils pour satisfaire un critère, v) la spécificité des critères en fonction du niveau A/P/M/O.

Nous proposons donc la méthode d'analyse suivante, résumée dans la Figure 1, pour répondre à ces dimensions. La méthode peut être séparée en trois étapes : 1) la préparation des critères d'évaluation, 2) l'évaluation brute, et 3) le traitement des résultats.

Dans l'étape 1, les critères d'évaluation des C&T seront établis en faisant la synthèse des besoins et contraintes liés aux tâches devant être remplies lors d'une démarche LT. Ces tâches seront identifiées en analysant les divers scénarios d'activité productive LT au travers de modèles de développement de produits et de production. Les scénarios de production intégreront par exemple la production domestique informelle, la production accompagnée, l'expérimentation et la documentation citoyenne d'artefacts techniques, les chantiers participatif ou encore les PME mécaniciennes. De ces scénarios peuvent être extraits des critères sociaux d'intégration d'acteurs non-experts dans les phases de conception et fabrication, de partage de connaissances ouvertes ou encore d'utilisation de ressources locales [37], auxquels s'ajoutent des besoins classiques liés à la soutenabilité environnementale telles que l'évaluation des impacts environnementaux ou encore la recherche de solutions soutenables [38].

L'étape 2 (évaluation du C&T) consiste à qualifier ou quantifier le caractère d'un C&T vis-à-vis de l'axe de mesure de chaque critère. Cette étape inclut donc l'analyse du C&T tel que développé dans la littérature scientifique. Les axes d'analyse se basent sur les critères établis précédemment. A l'issue de cette étape, le C&T évalué se voit attribué un degré de satisfaction pour chaque critère.

L'étape 3 (traitement des résultats) consiste à juger du degré de satisfaction du C&T pour chaque scénario. En effet, les objectifs de l'activité productive peuvent varier en fonction du scénario de production. Chaque scénario se voit donc attribué un barème de satisfaction qui lui est propre pour chaque critère. Par exemple, l'implication de non-expert dans la fabrication est potentiellement plus importante dans un scénario de production accompagnée que dans un scénario de production professionnelle en PME. Le croisement de ce barème avec l'évaluation du C&T de l'étape 2 permet de juger de la pertinence d'un C&T pour différents scénarios. Le résultat de l'étape 3 est donc une analyse multicritère et multi-scénario.

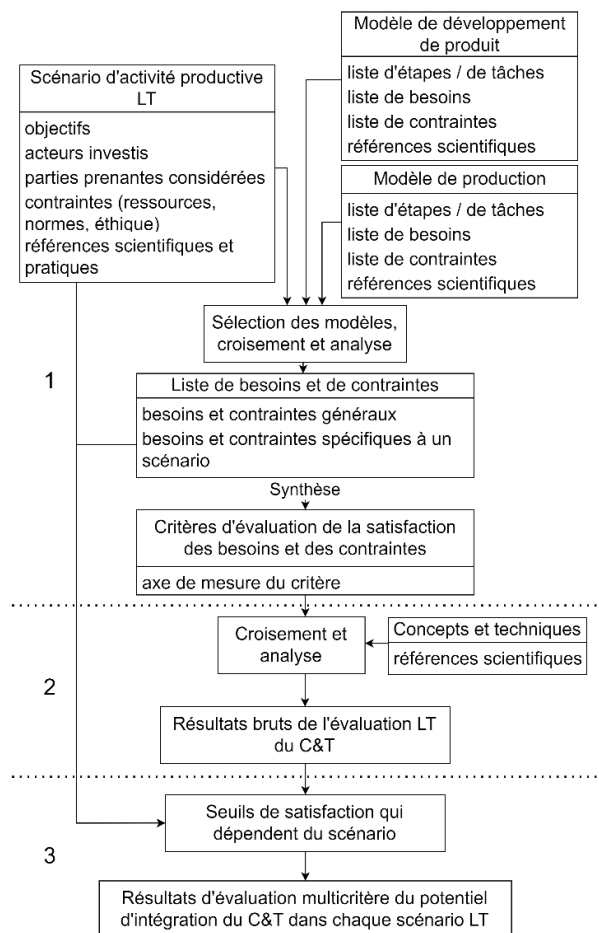


Figure 1 – Méthode d'évaluation des outils et méthodes d'ingénierie basée sur des critères Low-Tech

Concernant la visualisation des résultats, des graphes radar positionnés côte à côte sont envisagés en cas de nombre de scénarios et de critères relativement faible (moins de 10 chacun). Deux visualisations sont possibles : un graphe par scénario avec la valeur des critères respectifs, ou un graphe par critère, avec leurs valeurs par scénario.

#### 4. ILLUSTRATION DE LA METHODE D'ÉVALUATION

A titre d'illustration, nous appliquons notre méthode de manière simplifiée pour : deux scénarios, une tâche de développement de produit, et deux C&T.

Etape 1: Les deux scénarios sont une PME mécanicienne (PME<sub>m</sub>) et un stage de production accompagnée (PA). La tâche est l'évaluation des impacts environnementaux. Nous en déduisons trois critères relatifs aux valeurs LT et à la tâche menée : le niveau de compétence requise du C&T, la précision d'évaluation environnementale du C&T et l'ouverture du C&T. Nous établissons ensuite l'axe de mesure des critères. Le critère de compétence requise est évalué avec des valeurs allant de « débutant » à « expert », le critère d'ouverture va de « totalement fermé » à « complètement ouvert » et celui d'évaluation des impacts de « désinforme » à « certifié » (cf Tableau 1, colonnes de gauche).

**Tableau 1 - Illustration : Résultats bruts et barème de satisfaction**

Critère	Valeurs	C&T		Barème de satisfaction	
		SP	BP	PME <sub>m</sub>	PA
Compétence requise	Débutant		x	B	A
	Avancé			B	D
	Compétent			C	E
	Compétent avancé		x	D	F
	Expert			E	G
Evaluation de la soutenabilité	Désinforme			G	G
	Informe			E	F
	Sensibilise			D	E
	Évaluation simplifiée		x	C	D
	Évaluation avancée		x	B	C
Ouverture	Certification			A	B
	Totalement fermé			F	F
	Customisable			E	F
	Partiellement ouvert		x	C	D
	Entièrement ouvert		x	A	A

Etape 2: Nous sélectionnons ensuite deux outils d'ACV : l'outil d'ACV avancée SimaPro (SP) et l'outil d'ACV simplifiée Bilan Produit (BP). Nous évaluons ces outils suivant les critères précédemment établis. (cf Tableau 1, colonne C&T au milieu).

Etape 3: Pour chaque scénario, un barème de satisfaction des critères est rempli (cf Tableau 1, colonne de gauche). Les notes de A à G représente une satisfaction allant de « Idéal » à « Ecarté » (cf Tableau 2 pour le barème de notation). Le barème de satisfaction ci-dessus a pour intention d'illustrer un intérêt d'évaluation environnementale rigoureuse plus grand pour les PME<sub>m</sub> que pour la PA, et un besoin d'accessibilité plus important pour la PA, tant vis-à-vis des compétences requises pour utiliser l'outil que de son ouverture. La suite de l'étape 3 consiste à attribuer une note à chaque C&T, pour chaque critère et pour chaque scénario. Le barème de notation et les résultats traités sont représentés dans le Tableau 2. A des fins de visualisation, les résultats sont ramenés de 0 à 6 suivant le barème de notation.

La Figure 2 illustre la visualisation des résultats sur un graphe radar. Un focus par scénarios illustre les compromis entre la rigueur de l'évaluation et l'accessibilité de l'outil. Un focus sur SP illustre que le logiciel est plus adapté en PME<sub>m</sub> qu'en PA. Un focus sur BP illustre le compromis entre la rigueur de l'évaluation

et l'accessibilité des compétences. Ainsi, une telle méthode permet de comparer l'intérêt de déployer un C&T dans différents contextes, ainsi que de comparer des C&T ayant les mêmes critères. Toutefois, la méthode proposée ne tranche pas nécessairement sur l'outil à sélectionner dans un contexte donné. Cela nécessiterait une étape supplémentaire mobilisant une méthode de prise de décision multicritère.

**Tableau 2 - Illustration : Résultats traités et barème de notation**

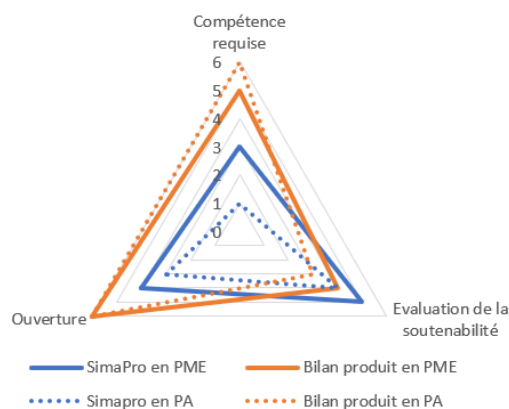
	Résultats traités				Barème de notation		
	PME <sub>m</sub>		PA		Ecarté	G	0
	SP	BP	SP	BP	Insatisfaisant	F	1
Comp. req.	D	B	F	A	Tolérable	E	2
Eval. Soutenab.	B	C	C	D	Passable	D	3
Ouverture	C	A	D	A	Satisfaisant	C	4
					Très satisfaisant	B	5
					Idéal	A	6

## 5. DISCUSSION

Les modèles de développement de produit et de production seront des modèles dont les étapes et tâches sont communément admises dans la littérature scientifique (eg. conception axiomatique, modèle en V).

Par scénario d'activité productive, nous entendons un contexte pouvant être décrit par l'échelle de la production, son secteur, et son objectif. Ces scénarios pourront être établis à partir d'une synthèse de sources scientifiques et de cas pratiques documentés dans la littérature blanche ou grise. La première version de notre méthode sera donc basée sur les pratiques LT existantes. L'utilisation de cette version peut être vue comme une évaluation critique du GI avec le prisme des valeurs LT.

Toutefois, la démarche LT étant encore jeune, de nouvelles spécifications innovantes de produit ou organisationnelles peuvent apparaître. Nous prévoyons donc de maintenir une veille sur les initiatives citoyennes ainsi que sur l'évolution de la formalisation du modèle de valeur LT.



**Figure 2 - Illustration des résultats de l'évaluation**

De plus, cette méthode d'évaluation ne prend pas en compte les exigences traditionnelles du développement et de la production, telles que le triptyque qualité / coût /

décali ou encore la sécurité et les exigences réglementaires. Dans un second temps, nous prévoyons donc d'augmenter notre méthode d'évaluation afin de pouvoir également porter un regard critique sur les pratiques LT du point de vue du GI.

Enfin, les résultats d'une telle méthode d'évaluation peuvent servir de ressources aux praticiens LT lors de la sélection de C&T pour leur activité. Les résultats étant multicritères et multi-scénarios, la sélection d'un C&T pourra être soutenue par des méthodes d'aide à la décision multicritère. Une telle méthode de sélection devra tenir compte i) du caractère politique inhérent à la nature des résultats étudiés (vaut-il mieux être soutenable ou en démocratie ?) et à la complexe comparaison des scénarios (vaut-il mieux produire en entreprise ou en dehors de la sphère marchande ?), ainsi que ii) du caractère démocratique de cette préférence (qui participe à ce jugement de préférence et dans quel contexte appliquer cette préférence ?).

## 6. CONCLUSION

Dans cet article, nous avons introduit le terme de LT, ainsi que notre question de recherche, qui est l'évaluation de C&T au regard de deux valeurs intrinsèques LT. Puis, nous avons présenté un état de l'art des C&T proches des valeurs LT ainsi que des méthodes d'évaluation de C&T. Nous avons ensuite présenté et illustré notre méthode d'évaluation. Enfin, nous discutons les limites de la méthode, ainsi que son potentiel pour servir de base à la sélection de C&T pour les praticiens LT.

## 7. REFERENCES

- [1] Bihouix, P.: *L'âge des low tech: vers une civilisation techniquement soutenable*. Éd. du Seuil, 2014.
- [2] Béranger, A.: *Médiatisation du phénomène low-tech*. Doctorales de la Société Française des Sciences de l'Information & de la Communication. 2022.
- [3] Martin, A., Durieux, R., Colin, C., ADEME: *Recherche & low-tech, premiers éléments de réflexion*. 2024.
- [4] Tanguy, A., Carrière, L., Laforest, V.: Low-tech approaches for sustainability: key principles from the literature and practice. *Sustain. Sci. Pract. Policy*, 2023.
- [5] Gaultier, A., Masclat, C., Boujut, J.-F.: *Characterising the low-tech approach through a value-driven model*. In: Proceedings of the Design Society. 2024.
- [6] Almrott, C. et al.: *Lessons in Low-Tech: A Handbook for Sustainable Education*. 2025.
- [7] Escobar Cisternas, M., Faucheu, J., Troussier, N., Laforest, V.: Implementing strong sustainability in a design process. *Clean Environ. Syst.*, 2024.
- [8] Barbin, A.: *La démocratie technique*. Phd Thesis, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2017.
- [9] Ivan Illich: *Tools for Conviviality*. 1973.
- [10] Guérineau, J., Rivest, L., Bricogne, M., Durupt, A., Eynard, B.: *Toward a design-methodology selection framework for multidisciplinary product development*. 15th International Design Conference. 2018.
- [11] Colin, C., Martin, A.: The user experience of low-techs: from user problems to design principles. *J. User Exp.*, 2023.
- [12] Ceschin, F., Gaziulusoy, I.: Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Des. Stud.*, 2016.
- [13] Vezzoli, C., Ceschin, F., Osanjo, L., M'Rithaa, M., Moalosi, R., Nakazibwe, V., Diehl, J.C.: *Design for Sustainability: An Introduction*. In: Designing Sustainable Energy for All. 2018.
- [14] Grimal, L., di Loreto, I., Troussier, N.: *Defining Permaengineering: New Practices for Strong Sustainable Contexts of Design*. In: Proceedings of the Design Society. 2023.
- [15] Jungell-Michelsson, J., Heikkurinen, P.: Sufficiency: A systematic literature review. *Ecol. Econ.*, 2022.
- [16] Rebouças, R., Soares, A.M.: Voluntary simplicity: A literature review and research agenda. *Int. J. Consum. Stud.*, 2021.
- [17] Oliveira Neto, G.C.D., Pinto, L.F.R., Amorim, M.P.C., Giannetti, B.F., Almeida, C.M.V.B.D.: A framework of actions for strong sustainability. *J. Clean. Prod.*, 2018.
- [18] Bonvoisin, J., Stark, R., Seliger, G.: *Field of Research in Sustainable Manufacturing*. In: Sustainable Manufacturing: Challenges, Solutions and Implementation Perspectives (Editors: R. Stark G. Seliger and J. Bonvoisin). Springer International Publishing, 2017.
- [19] Pang, R., Zhang, X.: Achieving environmental sustainability in manufacture: A 28-year bibliometric cartography of green manufacturing research. *J. Clean. Prod.*, 2019.
- [20] Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., Kendall, A.: A taxonomy of circular economy indicators. *J. Clean. Prod.*, 2019.
- [21] ADEME: *Etat des lieux de l'écologie industrielle et territoriale en France*. 2020.
- [22] Henaou, R., Sarache, W., Gómez, I.: Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *J. Clean. Prod.*, 2019.
- [23] Marconnet, B., Gaha, R., Assuad, C., Martinsen, K., Eynard, B.: *Selecting sustainability indicators for smart product design based on industry 4.0/5.0 technologies: analysis and proposal of a methodological framework*. In: Proceedings of the Design Society. 2024.
- [24] Machado, C.G., Winroth, M.P., Ribeiro da Silva, E.H.D.: Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *Int. J. Prod. Res.*, 2020.
- [25] Ordieres-Meré, J., Gutierrez, M., Villalba-Díez, J.: Toward the industry 5.0 paradigm: Increasing value creation through the robust integration of humans and machines. *Comput. Ind.*, 2023.
- [26] Martin, L.: The Promise of the Maker Movement for Education. *J. Pre-Coll. Eng. Educ. Res. J-PEER*, 2015.
- [27] Caroly, S., Barcellini, F., Barros, M., Catel, A., Nguyen, H.M., Zwolinski, P.: Different forms of fablab organization and their impact on collaboration and innovation. *Appl. Ergon.*, 2025.
- [28] Lizarralde, I., Tyl, B.: A framework for the integration of the conviviality concept in the design process. *J. Clean. Prod.*, 2018.
- [29] Vetter, A.: The Matrix of Convivial Technology – Assessing technologies for degrowth. *J. Clean. Prod.*, 2018.
- [30] Bonvoisin, J., Mies, R., Boujut, J.-F.: Seven observations and research questions about Open Design and Open Source Hardware. *Des. Sci.*, 2021.
- [31] Kostakis, V., Latoufis, K., Liarakapis, M., Bauwens, M.: The convergence of digital commons with local manufacturing from a degrowth perspective: Two illustrative cases. *J. Clean. Prod.*, 2018.
- [32] Girard, U., Santiago, L.M.L., Pinto, S., Reyes, T.: *Appropriation des solutions Low-Tech en France Inspirations et perspectives d'approches analogues en contexte contraint*. In: Quelle place pour la low-tech dans un monde en transition ? Presses des Mines, 2024.
- [33] Crozat, S.: *Lowtechisation [Concepts de la lowtechisation : valeurs, leviers, tensions]*. 2024.
- [34] Robèrt, K.-H. et al.: Strategic sustainable development — selection, design and synergies of applied tools. *J. Clean. Prod.*, 2002.
- [35] Madsen, J., Munck, A.: *A systematic and practical method for selecting systems engineering tools*. Annual IEEE International Systems Conference. 2017.
- [36] Rashid, M., Anwar, M.W., Khan, A.M.: Toward the tools selection in model based system engineering for embedded systems—A systematic literature review. *J. Syst. Softw.*, 2015.
- [37] Béranger, A.: La politisation de la moindre pièce: Tensions entre low-tech et high-tech dans les communautés du petit éolien auto-construit. *Réseaux*, 2024.
- [38] Vallet, F., Eynard, B., Millet, D., Mahut, S.G., Tyl, B., Bertoluci, G.: Using eco-design tools: An overview of experts' practices. *Des. Stud.*, 2013.