

L'innovation en écoconception par utilisation de la méthode Eca Triz

Ahmed.Cherifi¹, Mario.Dubois¹,
Mickaël.Gardoni¹,

¹Ecole de Technologie Supérieure, 1100
NotreDame Street West, H3C 1K3, Montreal
cherifia@yahoo.fr

Pr. Renaud Jean², MdC Rémy Houssin²
²Laboratoire L.Ge.Co INSA de Strasbourg

Résumé : *Au stade de la conception d'un produit ou à la mise en place d'un procédé, la dimension environnementale prend une place de choix. Tout le cycle de vie est important pour définir sa consommation des ressources naturelles, énergétiques et ses retombées sur l'environnement. De nombreux outils sont disponibles mais peu utilisés par les entreprises et la collectivité, soit par manque de données ou de moyens, d'une part et l'existence de contradictions lors des choix de conception pour la prise en charge des impacts environnementaux, d'autre part.*

A partir de cette problématique, nous proposons une méthode mixte, constituée d'un outil simple de préconisation en écoconception afin d'évaluer les impacts générés lors de l'analyse du cycle de vie, suivie d'un outil de génération d'idées innovantes pour lever les contradictions et pour permettre la recherche de solutions d'écoconception à même de générer de l'innovation.

Enfin, nous avons proposé une trousse à outils à vocation pédagogique qui pourra aider à générer des solutions éco-innovantes lors de séances de créativité.

La vérification des résultats obtenus a été faite par application à diverses situations de brevets publiés en écoconception et les solutions avancées par les équipes d'étudiants qui répondent à des défis présentés pendant la compétition « Les 24H de l'innovation ».

KEYWORDS: *Ecoconception, Triz, matrice, ACV, Eco-innovation*

1 INTRODUCTION

Les difficultés pour faire une évaluation quantitative des impacts environnementaux au niveau des entreprises sont de nos jours connues : l'absence des données, leur fluctuation ou la difficulté de les recueillir ainsi que le temps nécessaire au traitement et le niveau d'expertise sont autant de raisons qui font que l'entreprise est vite bloquée, d'où son manque d'encouragement pour une appropriation des outils d'écoconception. Partant de cette réalité nous avons été inspiré à réfléchir sur la nécessité de proposer un outil qui soit d'un niveau de non expert, avec une pratique reconnue acceptable.

De plus l'évaluation environnementale ne fournit pas directement de solutions aux concepteurs, alors il faudra dès lors traduire les résultats d'évaluation en axes de conception. Mais en général les axes proposés sont incompatibles ou contradictoires, de sorte qu'il faut rechercher un compromis pour donner la solution (Ahmed Cherifi et al., 2015). Or le problème qui peut être posé en réalité industrielle ne doit pas être résolu par compromis. De ce fait, nous allons tester une méthode qui a fait ses preuves dans d'autres domaines pour trouver une solution qui éviterait le compromis.

La méthode TRIZ, de l'acronyme russe (Teorija Reshenija Izobretateliskih Zadatch) ou théorie des principes inventifs, qui a fait ses preuves dans le domaine technologique, sera déployée et approfondira la réflexion chez le concepteur sur les phases qui ont le plus d'impacts et les critères environnementaux déjà hiérarchisés au cours de la première étape. Aux facteurs environnementaux habituels, nous allons incorporer deux facteurs pas des moindres par rapport à l'utilisateur :

-Les paramètres d'utilisation qui renforcent l'appréciation du produit.

-L'appropriation de l'écoconception.

L'approche méthodologique s'articulera, dans une première étape, sur la construction d'un guide méthodologique ou matrice qui prendra en charge les aspects négatifs générés par le produit (multicritère) tout au long de son cycle de vie (global) avec une prise en charge de la dimension sociale à travers les propriétés du produit par rapport à son utilisation et le niveau d'appropriation de l'écoconception au niveau du concepteur ou de l'entreprise. Cette démarche se démarquera de l'analyse environnementale pure pour prendre une dimension plus large, dans le

cadre de l'éco-innovation du produit. Cette première phase permet la hiérarchisation des impacts environnementaux générés et servira de point de repère pour le concepteur. L'étape suivante consiste à considérer l'évaluation obtenue et à appliquer un outil de gestion de connaissance qui orientera le concepteur à trouver des pistes d'amélioration, notamment si des contradictions dans les solutions envisagées subsistent.

Les impacts environnementaux de la conception du produit tout au long de son cycle de vie peuvent être évalués et hiérarchisés selon une nouvelle réorganisation des paramètres d'éco-efficience par rapport à ceux données par la WBSCD (*word Business council for sustainable*). Deux nouveaux paramètres sont introduits, à cet effet :

- Des paramètres d'utilisation qui sont liés à la qualité du produit à son utilisation (résistance, stabilité, facilité d'utilisation, adaptabilité etc.);
- L'adoption de l'écoconception, en relation avec les dispositions prises par l'entreprise pour prendre en charge tous les impacts environnementaux (formation et sensibilisation du personnel, respect des normes en vigueur, application systématique stricte des outils d'écoconception dans le lancement de nouveaux produits, aspects organisationnels mis en place etc.).

Dans une première étape, l'utilisation de la matrice qui est basée sur une réponse à des questions rédigées de manière suffisamment générale, globale et multicritère pour s'appliquer à une plus large gamme de produits, en tirer le maximum d'informations et évaluer l'influence d'un produit sur l'environnement au cours de sa conception.

Afin de vérifier, de compléter et de conforter les résultats trouvés, nous utiliserons la matrice de contradiction TRIZ modifiée et adaptée aux nouveaux paramètres d'écoefficience. Les principes inventifs qui peuvent réduire la charge environnementale seront ainsi identifiés.

2 ÉTAT DE L'ART

L'objectif de l'éco-innovation est la mise en place de méthodologies qui font intervenir de nouvelles valeurs créatives de solutions innovantes, pour créer de nouvelles solutions

(Dewberry et de Barros Monteiro, 2009). Pour (Falk et Ryan, 2006), l'éco-innovation fait appel à un ensemble de stratégies d'approche et de perception: la prévention comme point central de l'éco-innovation, penser en termes de cycle de vie,...

Il s'agit donc d'une réponse à la pratique actuelle de l'éco-conception qui ne permet qu'une approche de réduction des impacts environnementaux et une optimisation des pratiques économiques actuelles, alors que le développement durable requiert des changements plus radicaux dans les produits et services (Btyl, 2011). L'éco-innovation propose alors une nouvelle vision de l'approche environnementale. Par ailleurs, l'éco-innovation, d'un point de vue économique ouvre de nombreuses opportunités, dont celle d'améliorer la compétitivité des entreprises en permettant d'ouvrir de nouveaux marchés concernant des biens désirables (Baroulaki, 2007).

Contrairement à l'éco-conception, l'éco-innovation ne bénéficie pas, jusque là, d'un cadre normé et structuré, et encore moins de définitions référentielles. Le concept reste encore mal défini, cela étant dû à sa nouveauté, ainsi qu'à une certaine inconsistance théorique (Andersen, 2008), ce qui a pour conséquence l'utilisation de termes et dénominations variés, tels que éco-innovation, *green innovation*, *environmental innovation*, ou encore *innovative eco-design* et *sustainable innovation*. Ces superpositions et ces variations de définitions entraînent la création de nouveaux termes pour pallier la dénaturation des termes précédents.

Il est donc important d'avoir une double compréhension du terme « éco-innovation » (Tyl, 2011):

- La première, par une lecture horizontale, permet de voir la variété des définitions ;
- La seconde, par une lecture verticale, permet de replacer l'éco-innovation dans son contexte.

Les deux travaux de Carillo-Hermillso et Matthieu, permettent d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble de ces définitions (Carrillo-Hermosilla et al, 2010 ; Matthieu, 2008).

On constate ainsi que l'écoinnovation est avant tout, une « innovation », notion dont elle reprend, les mêmes caractéristiques:

- la nouveauté (Fussler et James, 1996);
- la sanction positive par le marché (Andersen, 2008)
- l'approche processus (Rennings, 2000).

- le champ d'application (produit, processus, organisation...) (Oltra and Saint Jean, 2009).

(Klemmer et al., 2009) a introduit une notion plus globale en donnant leur place aux parties prenantes du processus, tout en y intégrant également les nouveaux comportements :

Certains courants de pensée tendent à montrer que l'éco-innovation ne peut être que radicale, tel (Baroulaki, 2007).

(Dangelico et Pontrandolfo, 2010) ont travaillé sur les outils d'éco-conception qui peuvent aider les ingénieurs dans la conception écologique des produits. Les travaux de Cheng (2011) décrivent un nouveau modèle pour accélérer la conception préliminaire du produit éco-innovant en intégrant les concepts fondés sur le raisonnement et la méthode TRIZ. Plusieurs exemples d'éco-conception sont donnés pour illustrer les capacités d'un tel procédé déjà à partir de l'œuvre de (Lewis Jahau Chen, 2001). (David Russo,2011) décrit un moyen d'utiliser des concepts et des outils de TRIZ pour analyser, évaluer et innover un système technique de façon à ce que certaines activités pratiques afin d'assurer des résultats dans la durabilité et qui peuvent être facilement incorporés dans les pratiques de conception dans la vie quotidienne.(Vicenti Chulvi ,2011) a comparé les tendances de l'évolution de TRIZ avec les stratégies d'éco-conception présentés dans le cadre du nom de la roue de LiDS (Stratégies de conception du cycle de vie) pour analyser les effets sur les paramètres environnementaux.

(Cheng, 2012) présente un nouveau modèle de prévision d'acquérir des idées novatrices et aider à concevoir des produits respectueux de l'environnement tout en suivant l'évaluation de la nouvelle conception pour voir si il est plus efficace que ceux actuellement disponibles.

A la base des méthodes Mal'IN et Eco-Mal'IN, (Kallel, 2010) a développé un nouvel outil d'éco-innovation basée sur la matrice invention. (Benjamin Tyl, 2011) a proposé l'outil Eco-asit pour promouvoir l'éco-idéation des systèmes durables.

La contribution de toutes ces recherches à travers les modèles développés nous semble manquer des outils de soutien qui sont facilement accessibles aux non-initiés où les applications peuvent être accessibles aux participants insuffisamment formés. Ceci, d'une part; de l'autre, de nos jours l'éco-innovation doit prendre en charge deux dimensions très importantes pour le moins: les paramètres d'utilisation du produit,

ainsi que la préparation des entreprises et designers à l'éco-conception. Ces deux paramètres sont introduits dans notre approche méthodologique et sont considérés comme des facteurs de l'éco-efficacité pour soutenir tout projet d'éco-innovation. Partant de la matrice des paramètres d'ingénierie (39X39) notre idée est de bâtir une nouvelle matrice basée sur des paramètres ou indicateurs d'éco-efficacité préalablement définis. Nous avons mis au point une méthodologie pour la formulation et la résolution des problèmes de l'éco-innovation fondée sur une approche établie sur le conflit. Ce cadre peut gérer les exigences multi-objectifs et de la nature combinatoire complexe de la phase de recherche de concepts de solution. Il y aura la question de présenter les différentes étapes de notre approche méthodologique et justification du choix. Cette discussion nous conduira à identifier les principales contributions de cette recherche et le développement d'un outil d'éco-innovation axée sur les phases de la créativité, ainsi que l'élaboration d'un protocole expérimental qui va nous permettre d'argumenter sur les performances de cet outil pour l'éco-innovation.

3 DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

La méthodologie passe par les étapes suivantes :

- Évaluation qualitative simple, complète et multicritères, suivie d'une hiérarchisation des impacts.
- Méthode TRIZ pour la résolution de problèmes sans compromis.
- Choix des facteurs éco-efficacité liés aux paramètres d'ingénierie.
- Mise en place d'une matrice éco-innovante
- Justification des paramètres de conception

3.1 Évaluation qualitative complète, multicritère et hiérarchisation des impacts

Les effets environnementaux de la conception du produit tout au long de son cycle de vie peuvent être évalués par utilisation d'une matrice, basée sur une réponse à des questions rédigées de

manière suffisamment générale pour s'appliquer à une très large gamme de produits. L'avantage d'une telle matrice est :

- La facilité d'utilisation et d'appropriation.
- La prise en compte de toutes les préoccupations environnementales (multicritère) tout le long du cycle de vie du produit (global).
- Ne nécessite pas de données puisque l'évaluation est qualitative.
- Mise en évidence du facteur d'impact ou de l'étape qui a le plus d'impact sur lesquelles le fabricant peut intervenir.
- Introduction de nouveaux facteurs d'éco-efficacité, notamment la perception du produit auprès de l'utilisateur et le niveau d'appropriation de l'écoconception au niveau des entreprises.

L'exploitation de cette matrice permettra de déterminer un profil environnemental du produit à partir d'une série de questions en rapport avec le cycle de vie du produit. L'évaluation des impacts est faite à chaque étape du cycle de vie du produit.

Le principe est le suivant : Il s'agit d'une matrice carrée (5X5) qui englobant en vertical les étapes du cycle de vie du produit (préfabrication, fabrication, transport et emballage, utilisation, fin de vie) et horizontalement les sources d'impacts environnementaux.

3.2 Choix des facteurs éco-efficacité liés aux paramètres d'ingénierie

Nous avons regroupé certains facteurs donnés par le WBSCD et avons considéré les matériaux, l'énergie, les rejets (liquides, gazeux et solides). Deux autres nouveaux paramètres, que nous aurons à introduire pour la première fois sont relatifs à l'utilisation (Forme, stabilité, résistance, facilité d'utilisation Etc...) et au degré d'appropriation de l'écoconception par le concepteur ou l'utilisateur en général (Figure 1).

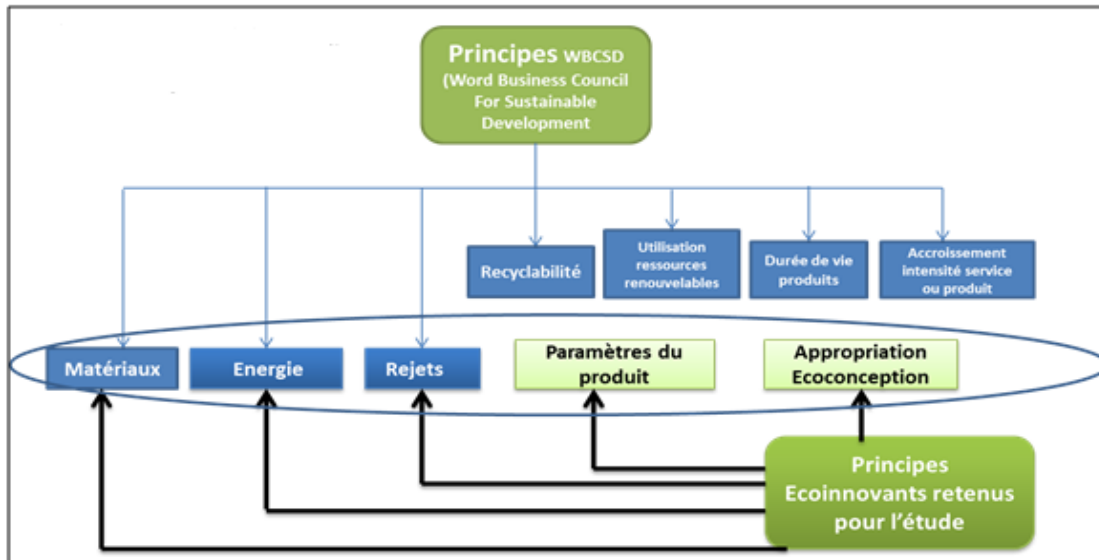


Figure 1: Position des facteurs d'éco-efficience retenus pour l'étude par rapport aux principes WBCSD.

3.3 Méthode TRIZ pour la résolution de problèmes sans compromis

L'évaluation environnementale ne fournit pas directement de solutions aux concepteurs, alors il faudra dès lors traduire les résultats d'évaluation en axes de conception mais en général ces axes proposés sont incompatibles ou contradictoires de sorte qu'on trouve un compromis pour donner la solution.

Le problème posé en réalité industrielle ne doit pas passer par un compromis pour la solution. Dans le domaine TRIZ il sera reformulé et passera par la matrice de contradiction puis interviendront les principes de résolutions avec interprétation pour donner les pistes de solutions

Nous voulions éviter justement ce compromis en appliquant la méthode TRIZ qui a fait ses preuves dans d'autres domaines. TRIZ se base sur la similitude qui peut exister entre un problème inventif et un problème similaire résolu dans un autre contexte et dont la solution peut s'y rapporter. La Matrice TRIZ est une base de données de solutions (principes) pouvant surmonter des contradictions.

Pour les concepteurs, les problèmes découlant de deux ou plusieurs paramètres en conflit sont souvent complexes. Ces contradictions sont souvent rencontrées lorsque nous sommes préoccupés par les évaluations environnementales, en particulier quand il s'agit de faire face aux situations de transfert de pollution. Différents modèles de résolution de problème par TRIZ sont utilisés. La matrice se compose de 39 paramètres d'ingénierie disposés sur l'axe des abscisses et ordonnées. Puisque le principe même de la résolution sans compromis est parfaitement adapté au défi de l'éco-innovation, nous avons appliqué la méthode de résolution des problèmes inventifs en utilisant TRIZ.

Afin d'optimiser la probabilité d'occurrence de chaque paramètre dans le paramètre d'éco-efficience, nous avons considéré un maximum de paramètres.

La figure 2 donne les correspondances entre les facteurs d'éco-efficience retenus et les paramètres d'ingénierie choisis parmi ceux contenus dans la matrice originale TRIZ. L'objectif est de trouver des paramètres d'invention qui peuvent éliminer la contradiction

et guider vers la solution, surtout quand il n'y a pas d'action où les paramètres d'ingénierie ne

sont pas présents ou n'ont pas d'équivalent ou synonyme parmi les 39 paramètres.

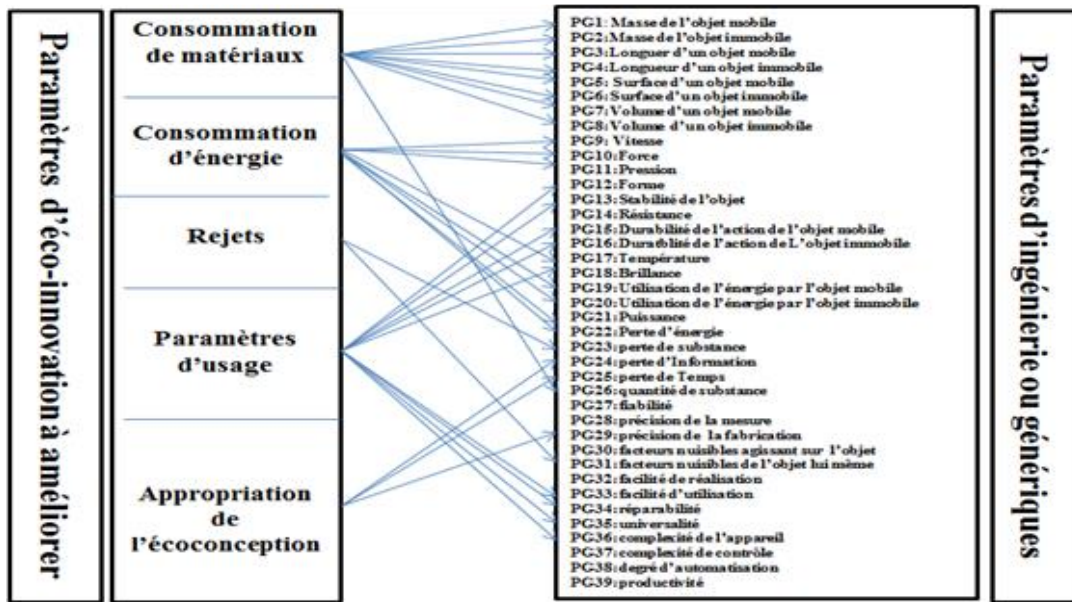


Figure 2 : Regroupement des paramètres d'ingénierie en paramètres d'éco-innovation

Afin d'optimiser la probabilité d'occurrence de chaque paramètre dans le paramètre d'éco-efficacité, nous avons considéré un maximum de paramètres.

On obtient alors d'une matrice 5X5 donne les correspondances entre les facteurs d'éco-efficacité retenus et les paramètres d'ingénierie choisis parmi ceux contenus dans la matrice originale TRIZ.

L'objectif est de trouver des paramètres d'invention qui peuvent éliminer la contradiction et guider vers la solution, surtout quand il n'y a pas d'action où les paramètres d'ingénierie ne sont pas présents ou n'ont pas

d'équivalent ou synonyme parmi les 39 paramètres.

Le choix des principes inventifs correspondant a été fait à partir des paramètres d'ingénierie. Pour appliquer TRIZ dans le domaine de l'éco-innovation, nous avons construit une nouvelle matrice. Les paramètres d'ingénierie sont classés et regroupés avec chaque paramètre d'éco-efficacité en correspondance tel que apparu sur la Figure 2. Les paramètres inventifs ont été regroupés et choisis, selon leur fréquence d'apparition à partir de la matrice initiale.

La démarche méthodologique globale est donnée sur la figure 3.

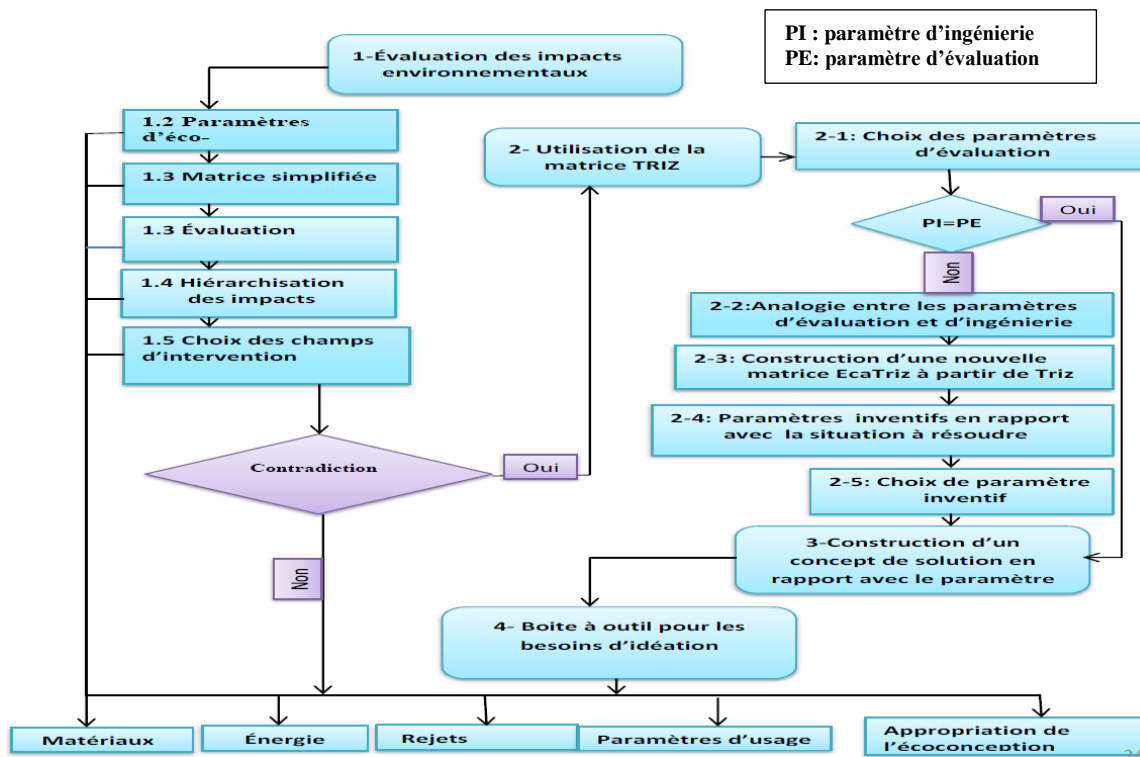


Figure 3: Démarche méthodologique globale

Un ensemble de règles, pour améliorer un aspect particulier durant le cycle de vie, doit être donné, ceci est un état de l'art des pistes à explorer pour réaliser une écoconception de produits.

À cette étape, il sera nécessaire de rechercher l'outil adéquat pour :

- Recenser les différentes règles importantes.
- Résoudre les problèmes de correspondance entre les combinaisons de règles, d'une part, et les aspects environnementaux, d'autre part.

- Donner les grandes lignes directrices qui sont importantes pour l'amélioration environnementale du produit.

Nous pourrions faire appel à des outils de résolution de problèmes techniques qui ont fait leur preuves dans d'autres domaines, tel que la génération de nouveaux concepts et qui pourront être testées dans l'éco-innovation.

La figure 4 montre la démarche éco-innovante Écatriz (Ahmed cherifi et al., 2015) dans le cycle du produit.

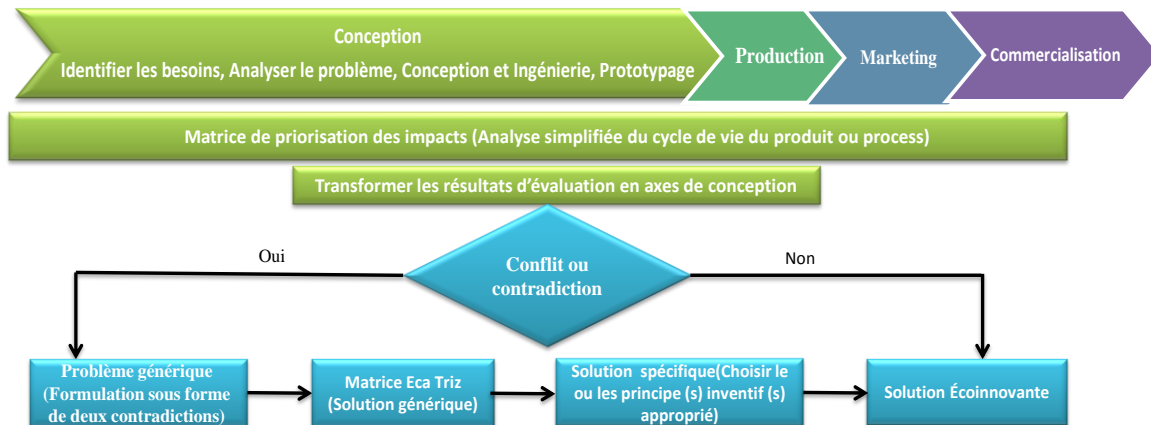


Figure 4: Démarche éco-innovante dans le cycle du produit

4 RESULTATS PAR UTILISATION DE LA MÉTHODE

4.1 Matrice résultante EcaTriz pour une résolution innovante de problématiques environnementales

La figure 5 regroupe les résultats de numéros des principes inventifs obtenus selon leur fréquence d'apparition obtenus à partir de la matrice originale TRIZ et de regroupement de paramètres d'ingénierie en paramètres d'éco-efficience.

Cette démarche est désormais appelée Eca-Triz (Ecological Cherifi ahmed-Triz). Ainsi et après

regroupement selon les critères fixés et selon leur fréquence d'apparition nous avons retenu 13 leviers possibles d'éco-innovation. Ainsi pour chaque situation de paramètres à améliorer va correspondre des numéros de principes inventifs à ne pas détériorer. Le concepteur choisira parmi ces principes inventifs et utilisera celui qui convient le mieux à la résolution de son problème.

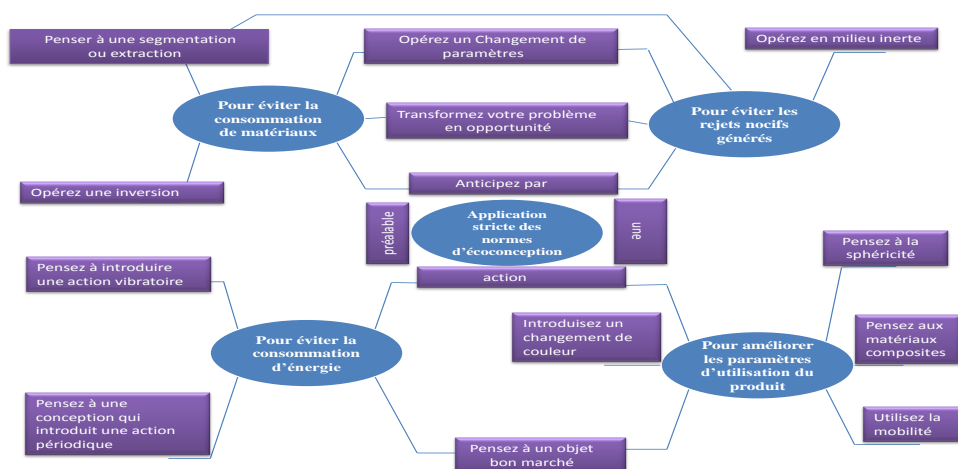


Figure 5: Résumé des 13 leviers possibles d'éco-innovation par utilisation de Eca Triz

4.2 Guide méthodologique (EcaTRIZ) d'aide à la conception ou à l'amélioration d'un nouveau produit, d'un nouveau concept basé sur une démarche éco-innovante

Le guide a pour objectif d'améliorer le processus de développement de produits ou procédés respectueux de l'environnement dans une démarche innovante et une solution sans compromis. Il peut être appliqué à un nouveau

produit à lancer ou un produit existant à améliorer et peut être aussi appliqué au développement d'un nouveau concept. Les utilisateurs potentiels sont les concepteurs de produits ou de services, organisation ou PME ou toute personne impliquée dans la conception éco-innovante.

Les différentes étapes sont résumées sur la figure 5.

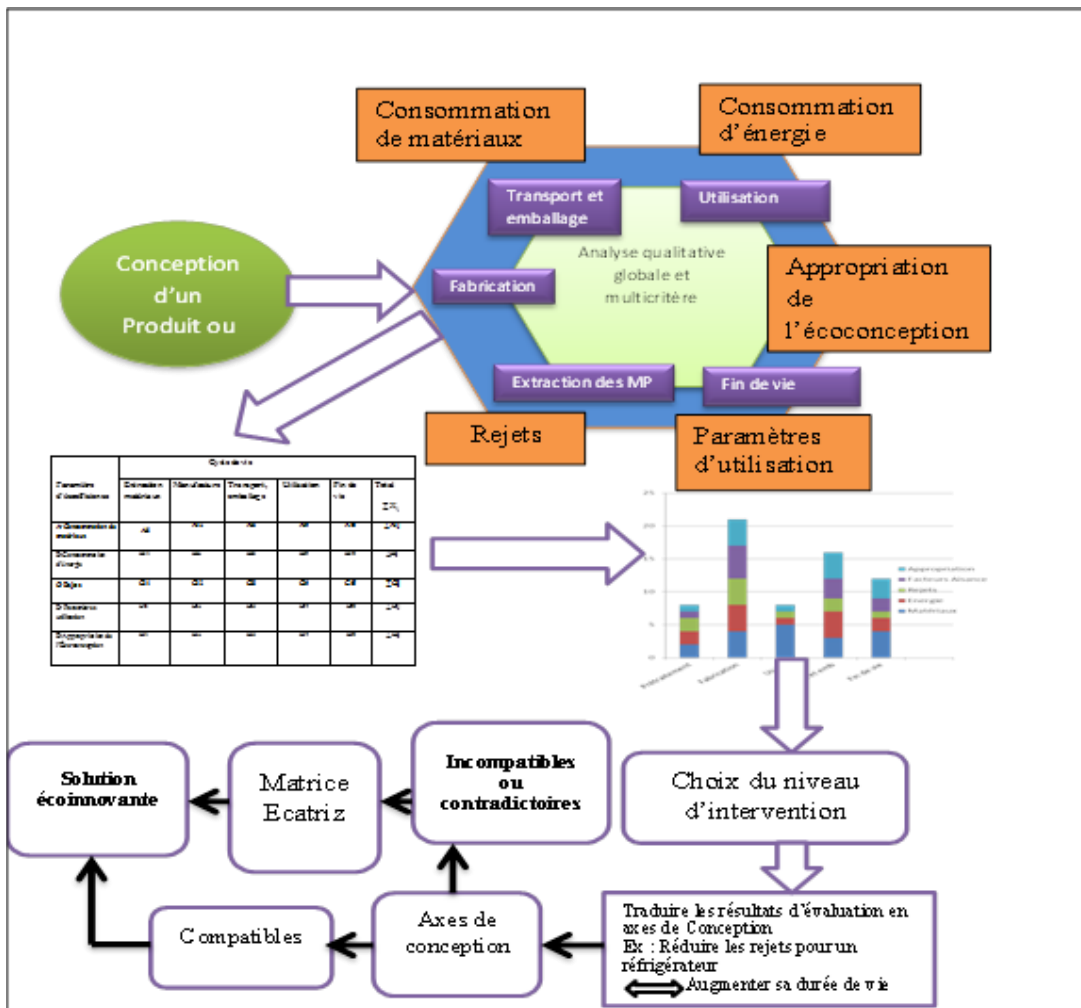


Figure 5 : Trousse à outil pour le concepteur

4.3 Applications des résultats de la méthode

Nous avons appliqué les résultats obtenus pour vérifier que les solutions apportées aux défis, par les équipes étudiantes, pendant la compétition des 24 heures pouvaient être prévues par les

leviers de conception générés par notre méthode.

Le tableau 1 donne un aperçu sur les meilleures solutions éco-innovantes avancées par les équipes primées.

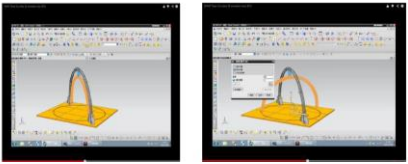
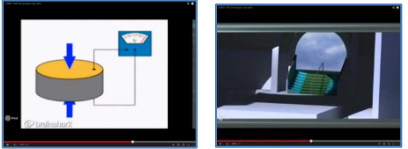

Intitulé du défi	Problématique	Solution prévue par la méthode	Solution donnée	Illustration
Réduction de la grosseur des mâts de chapiteau	Impact sur la visibilité de certains sièges. Augmenter leurs valeurs lors de la vente des billets au cirque.	-Sphéricité -Matériaux composites	-Structure en arc -Alliage léger	
Réinventer les escaliers	Trouver de nouvelles façons d'augmenter l'utilisation des escaliers	-Action préalable -Changement couleur	- Récupération piézoélectrique -Effet de couleur pour une meilleure visibilité	
Partage routier	Comment favoriser le partage sécuritaire routier	-Sphéricité -Mobilité et action préalable	-Formes linéaires en courbes -Génère de l'électricité	

Tableau 1 : Synthèse des principales applications (Source : <http://24h-innovation.agorize.com/en/challenges>)

CONCLUSION

L'idée d'utiliser les résultats de la matrice d'évaluation qualitative en tenant compte du cycle de vie du produit dans le cas d'une analyse multi-critères peut nous fournir des informations sur les facteurs éco-efficacité les plus pertinents qui serviront de point de référence important pour compléter l'étude, puis diriger l'utilisateur vers une conception respectueuse de l'environnement. Afin de résoudre certains problèmes de répartition des facteurs d'impact en ce qui concerne les paramètres d'éco-efficacité et les contradictions qui en résultent nous avons appliqué TRIZ adaptée en EcaTriz.

Cette méthode est souvent considérée, à tort comme un outil permettant d'inventer de nouveaux concepts. Cependant, dans notre cas, cet outil a été utilisé pour aider le concepteur à choisir parmi les cas de principes ou d'idées qui cernent au mieux le problème de conception qui

se présente à lui et dont le résultat peut avoir une connotation innovante. L'idée de remplacer les paramètres de contradiction par les paramètres de l'éco-efficacité est une approche justifiée par l'analogie qui peut découler des nombreuses contradictions des facteurs environnementaux. Ainsi, et dans un besoin de mettre en œuvre cette méthode et la tester, nous avons repris de nombreux brevets et inventions. L'idée étant de poser la problématique de départ pour des cas de conception et de comparer la solution apportée par les propriétaires de ces brevets aux résultats qui en découlent de notre démarche méthodologique et pour permettre une réflexion sur des solutions de rechange partant de conflits définis au départ. En outre, il convient de noter que cet outil, qui a été développé pour être une approche de solution, ne peut expliquer certains problèmes de conception qui ne sont déterminés que par une analyse approfondie et détaillée.

REFERENCES

Althsuller, G.,1999. *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation, and technical creativity.*

Worcester, Massachusetts: Technical Innovation Center.

Andersen, M.M.,2008. *Eco-innovation – toward a taxonomy and a theory, DRUID* Conference entrepreneurship and innovation Juin 17-20

- Baroulaki, E., Veshagh, A., 2007. *Eco-Innovation: Product Design and Innovation for the Environment*, Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Waseda University, Tokyo, Japan, June 11-13.
- Carrillo-Hermosilla, J., del Río, P., Könnölä, T., 2010. *Diversity of ecoinnovations: Reflections from selected case studies*, Journal of Cleaner Production 18, pp.1073-1083.
- Cherifi. Gardoni.M, Tairi.A, 2013. *Proposition of an ecodesign for an easy appropriation by companies* Technology management in IT Driven services (Picmet), Proceedings of Picmet. IEEE Conferences Publications Page(s): 1113 – 1121.
- Cherifi. A Dubois.M, Gardoni, Tairi.A, 2014. *A Catalyst Method for an Innovative Eco- design Strategy using TRIZ approach*. British journal of applied Science and technology. Volume- 4 Issue-28 (ISSN: 2231-0843).
- Cherifi.A, M.Gardoni, M.Dubois., 2015. *Methodology for innovative Ecodesign based on TRIZ*, International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM). DOI 10.1007/s12008-014-0255-y. ISSN 1955-2513. Springer
- Cheng Jung Yang, Jahau Lewis Chen, 2011. *Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrate case-based reasoning and the TRIZ method*. Journal of Cleaner Production, 19. 998e1006.
- Chulvi V, Vidal R., 2011. *Usefulness of evolution lines in Eco-design*. Procedia engineering 9, 135–144.
- Dewberry, E. L., de Barros Monteiro, M., 2009. *Exploring the need for more radical sustainable innovation: what does it look like and why?*, International Journal of Sustainable Engineering 2(1), pp.28-39
- Dangelico, R M, Pontrandolfo P, 2010. *From green product definitions and classifications to the green option matrix*. Journal of Cleaner Production. (16e17), 1608e1628.
- Falk J., Ryan, C. ,2001.) *Inventing a sustainable future: Australia and the challenge of eco-innovation*, Futures 39, 215–229
- Jahau Lewis Chen, Chih Chen L, 2001 . *Development of product green innovation design method*. IEEE.
- Kallel W,S, 2010. *Développement d'une méthode d'eco-innovation: Eco-Mal'in*. Doctoral Thesis.-ENAM- 0058.
- Klemmer, P., Lehr, U., Lobbe, K. ,1999. *Environmental Innovation. Volume 3 of publications from a Joint Project on Innovation Impacts of Environmental Policy Instruments*. Synthesis Report of a project commissioned by the German Ministry of Research and Technology (BMBF), Analytica-Verlag, Berlin.
- Mathieu, A.L., 2008. *L'éco innovation ou la contribution de la firme au développement durable dans sa sphère d'influence*, XVIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Nice, 28-30 mai.
- Russo D, Regazzoni D, Montecchi T. *Eco-design with TRIZ laws of evolution*. Procedia Engineering, 9, 311–322.
- Tyl B., 2011. *L'apport de la créativité dans les processus d'ecoinnovation. Proposition de l'outil ECO-ASIT pour favoriser l'idéation de systèmes durables*. Doctoral thesis. Bordeaux.N4432