



**HAL**  
open science

# LCA AND THE X-DEVELOPMENT METHOD, THE CASE STUDY OF A TRANSPORT BOX

Jean Vareille, Mehdi Tahan, Christophe Languenou

► **To cite this version:**

Jean Vareille, Mehdi Tahan, Christophe Languenou. LCA AND THE X-DEVELOPMENT METHOD, THE CASE STUDY OF A TRANSPORT BOX. LCA Conference, Nov 2012, Lille, France. pp.302-308. hal-00763821

**HAL Id: hal-00763821**

**<https://hal.univ-brest.fr/hal-00763821>**

Submitted on 11 Dec 2012

**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.

# LCA AND THE X-DEVELOPMENT METHOD, THE CASE STUDY OF A TRANSPORT BOX

Jean Vareille (1), Mehdi Tahan (1) and Christophe Languenou (2)

(1) LabSTICC, University of Brest, 20 avenue Le Gorgeu, C.S. 93837, BP 809, 29238 BREST Cedex 3

(2) Lanxis, Pôle d'innovation de Mescoat, 29 800 LANDERNEAU

## Abstract

In this article a case study the design of a plastic transport box is presented. After a short listing of the requirements, and explaining what is expected as definition of the product after the designing work, we formulate general assumptions about the environment of the product. We use the X-development method. We follow in parallel the twice left branches of the X, performing two key choices, the first one about the material and the second one about the optimized shapes. The X-development method permits the usage of environmental impact indicators during the design process, before taking important decisions. The targeted consequence is the reduction of the iterations during the design, especially in a LCA.

## Keywords

design, environment, methodology, optimization.

## 1. INTRODUCTION

In this paper we propose a global approach of the design of artefacts, taking into account environmental impact factors along the whole life cycle and after. The issue is how to do better products with less resources and impacts. Through the case study of a plastic transport box, we present in the next section the initial requirements, in the third section a first analysis to choose the materials that satisfy the initial requirements, in the fourth section the problem of the optimization of the shape. In the fifth section we explain how the X-development method underlies this case study. The last section concludes the paper.

## 2. REQUIREMENTS OF THE TRANSPORT BOX

The studied object is a stackable transport box, which has a volume of 100 liters. It should support a maximum stackable load of 5000 N. The box should have four handles, one on each side, and could be moved by hand. The internal dimensions are L 560 mm, W 360 mm and H 500 mm. The aim is to diminish as possible the global environmental impact of the plastic box, conserving the mechanical and economical performances. The freedoms of the designer are the external dimensions, the material, and the matter distribution, the thickness, the ribs, etc.

### 3. FIRST ANALYSE AND MATERIAL CHOICES

Analysing the requirements, we define a super-system involving the product and what interact with it in its environment, as shown on figure 1.

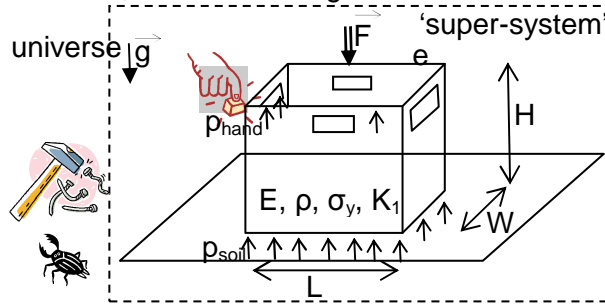


Figure 1: The system surrounded by its super-system

We list the quantities with their physical dimensions, in the aim to perform a dimensional analysis. We separate these in performances, constraints, geometry and material properties. We add environmental indicators of the GRI [1] as performances or constraints, and formulate the problem with dimensionless parameters and variables. [2][3].

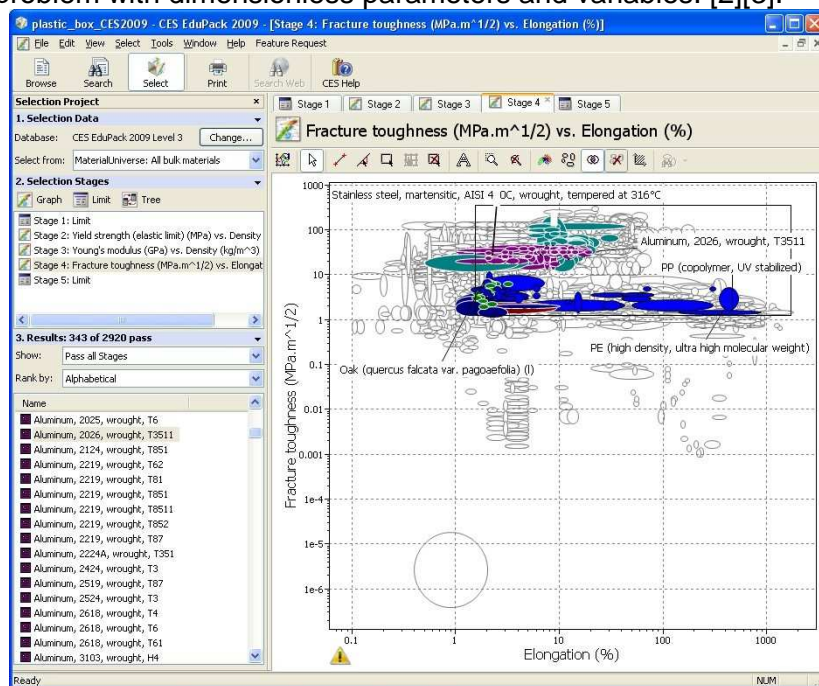


Figure 2: stress intensity factor versus elongation (CES)

Establishing correlation between the dimensionless numbers, we are able to use the Ashby method and CES [4] as shown on figure 2, to choose the adapted materials. Environmental considerations permit to rank the set of found materials. This approach is near to the substance-field analysis of the TRIZ theory [5].

#### 4. OPTIMIZATION OF THE SHAPE

Although the plastic (polyethylene) is the worst choice for the environment [6], we compute with Hyperworks (Altair) the optimized shape of the box. The model is shown on figure 3 and the results on figure 4.

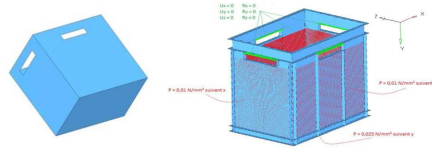


Figure 3: The model used to start the optimization

The comparison between the result and the standard box, shows that the mass could be reduced about 30%, the maximal displacement under load could be reduced about 38%, and the maximal stress about 32 %. These results reinforce our sequential ordering of the design process.

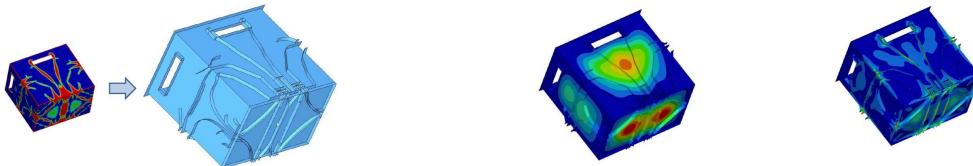


Figure 4: from the left to the right, the distribution of stress, the resulting ribs, the displacements, the von Mises stresses

#### 5. FROM THE PRACTICE TO THE DEVELOPMENT METHOD

The X development method [2] can be understood as a scheduling of tasks. The general scheme is presented on figure 5 where the time is the horizontal axis.

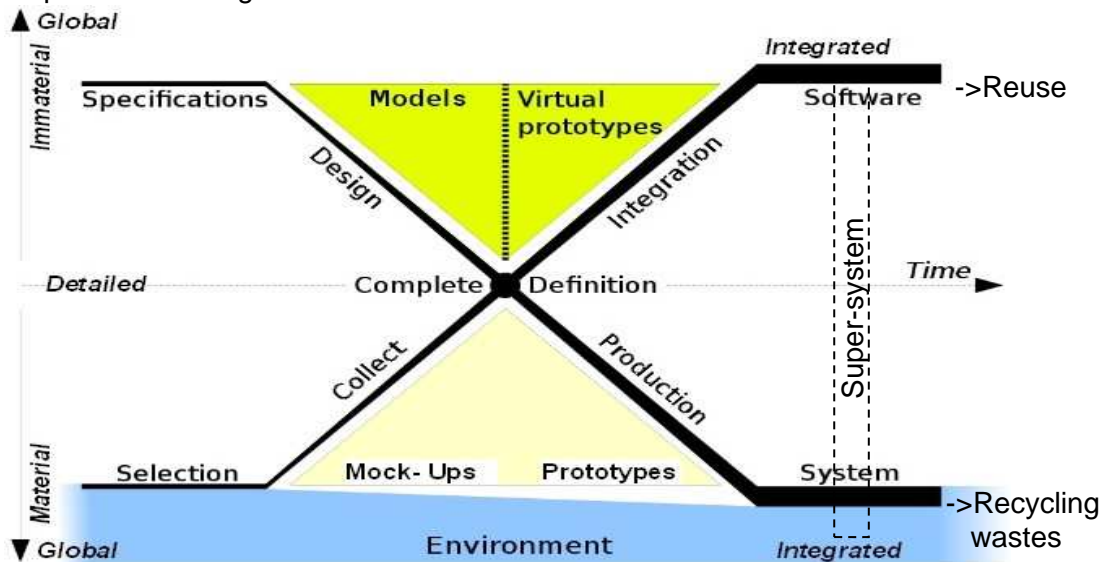


Figure 5: General scheme of the X-development method

The figure 6 shows the X-development method as twinned cycles. Here the activities are considered as periodic.

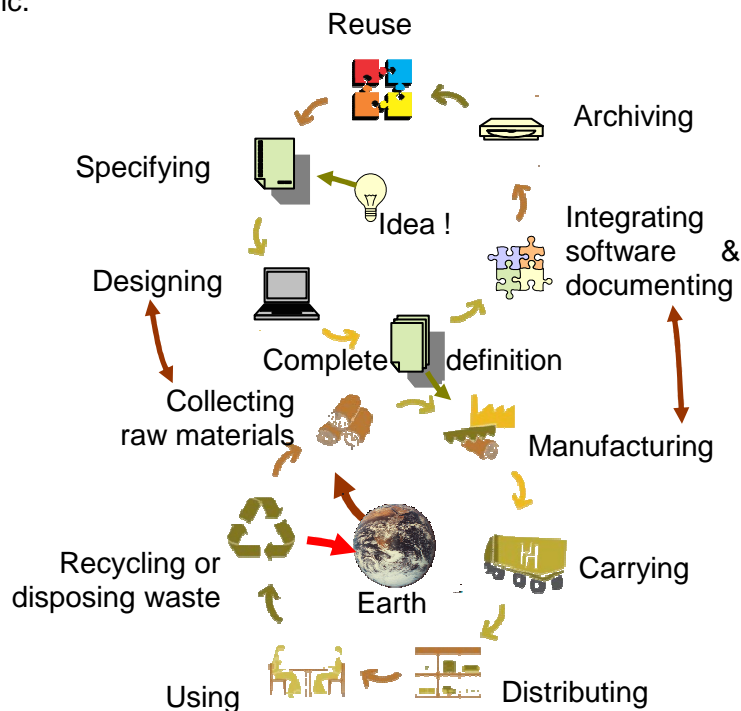


Figure 6: the X-development method seen as twinned cycles.

## 6. CONCLUSION

Our aim is to transcribe the real design process acting in the industry into a methodology where the tasks are done in parallel. This methodology is able to involve existing development methods and several design theories. It permits to take into account the environmental impact at each stage of the development.

## REFERENCES

- [1] Global Reporting Initiative, 'IP, Indicator Protocol Set Environment: EN', version 3.1, 2011, (<https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/G3.1-Environment-Indicator-Protocols.pdf>)
- [2] Vareille J., Tahan M., Le Parc P., 'Application du développement en X, l'exemple du régulateur de pression revisité'. 20ème Congrès Français de Mécanique . Besançon, (2011).
- [3] Coatanéa E., 'Conceptual modelling of life cycle design : a modelling and evaluation method based on analogies and dimensionless numbers', PhD Thesis (HUT Espoo, Finland, 2005).
- [4] Ashby M.F., Materials selection in conceptual design, Mater Sci Tech 5 (6), (1989) p. 517–525.
- [5] Altshuller, G., 'Inventive Problem Solving Algorithm: ARIZ-85C', GS (1956-1985), (English version to be found at: [http://www.seecore.org/d/ariz85c\\_en.pdf](http://www.seecore.org/d/ariz85c_en.pdf))
- [6] Riosa L.M., Mooreb C., Jonesa P.R., 'Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment', Marine Pollution Bulletin Volume 54, Issue 8, (2007) Pages 1230-1237

## **ANALYSE DU CYCLE DE VIE ET METHODE DE DEVELOPPEMENT EN X, ETUDE DU CAS D'UNE CAISSE DE TRANSPORT.**

La méthode de développement en X associe le cycle de vie du produit à celui des services associés, données et logiciels. Elle permet de prendre en compte l'impact environnemental depuis la conception jusqu'à la fin de vie. Cette méthode, utilisable en éco-conception, repose sur des hypothèses : tout ce qui compose un produit est issu de l'environnement et y retournera en fin de vie, les choix portant sur les ressources, en particulier les matériaux, peuvent être opérés dès l'analyse du cahier des charges. Elle suppose de travailler en ingénierie simultanée, la collecte des ressources, la conception et le développement des services étant menés parallèlement. La question majeure est comment faire mieux avec moins de ressources ?

La méthode est ici présentée sous la forme de deux cycles synchronisés, l'un correspond aux informations, aux données, aux logiciels, l'autre, au cycle matériel, utilisé dans l'ACV. Les deux se rejoignent au point de passage de la conception à la fabrication.

La démarche est illustrée par un exemple de conception de caisses de transport, choix de matériau et optimisation des formes, étudié conjointement avec la société Lanxis. Lors de l'analyse du cahier des charges, des milieux extérieurs au produit sont identifiés, qui composent son environnement d'interaction. L'ensemble constitue un « super-système ». Les grandeurs physiques, chimiques, biologiques, etc. en jeu sont énumérées : les contraintes, les performances, et celles à définir (géométrie, composition matérielle et comportements). Les indicateurs environnementaux sont pris en compte en tant que contraintes ou performances. Le problème à résoudre est alors exprimé en terme de fonctions qui relient les grandeurs recensées. Moyennant une analyse dimensionnelle, le problème est reformulé en utilisant des paramètres et variables sans dimension, y compris les indicateurs environnementaux.

Le concepteur raisonne alors dans un espace topologique sans dimension physique, où les paramètres et variables sont équivalents. Une distance peut y être utilisée pour comparer les solutions, dans laquelle les facteurs environnementaux peuvent être sur-pondérés.

Les résultats de l'étude sont la détermination d'un éventail restreint de choix de matériaux en utilisant des rapports de corrélation entre les nombres adimensionnels. Ces rapports sont utilisés avec le logiciel CES et sa base de données. La prise en compte d'indicateurs d'impacts environnementaux permet un classement des matériaux trouvés. L'emploi de matières plastiques pose le problème des effets à long terme du rejet dans l'environnement de matières non biodégradables qui peuvent demeurer pendant des décennies en flottant entre deux eaux dans les mers et océans. La notion de super-système permet d'appréhender ce problème en utilisant l'indicateur EN12 du GRI.

En retenant néanmoins le choix du polyéthylène, l'optimisation des formes géométriques d'une caisse de transport moulée, calculée par la société Lanxis avec les outils Hyperworks d'Altair, montre qu'à résistance et rigidité égales la masse de matière peut être réduite d'environ 30% par rapport aux formes actuellement employées.

Nous concluons que la méthode de développement en X est applicable dans l'industrie. Elle permet la prise en compte d'indicateurs environnementaux dès la conception, propose un séquençage des tâches de conception qui devrait réduire le nombre d'itérations inhérentes aux méthodes d'éco-conception et d'ACV actuellement utilisées.