



HAL
open science

Vers une intégration de la dimension environnementale dans les processus de conception externalisés

Fabien Michelin, Tatiana Reyes, Flore Vallet, Benoît Eynard, Viet-Long
Duong

► **To cite this version:**

Fabien Michelin, Tatiana Reyes, Flore Vallet, Benoît Eynard, Viet-Long Duong. Vers une intégration de la dimension environnementale dans les processus de conception externalisés. CFM 2013 - 21ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2013, Bordeaux, France. hal-03440442

HAL Id: hal-03440442

<https://hal.science/hal-03440442>

Submitted on 22 Nov 2021

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.

Vers une intégration de la dimension environnementale dans les processus de conception externalisés

F. MICHELIN^a, T. REYES^b, F. VALLET^a, B. EYNARD^a, V.L. DUONG^c

a. Université de Technologie Compiègne (UMR CNRS 7337 Roberval), Compiègne, France

b. Université de Technologie Compiègne (FRE CNRS 2848 CREIDD), Troyes, France

c. CETIM (Pôle Performance Industrielle Durable), Saint Etienne, France

Résumé :

Face à la montée en puissance des enjeux liés au développement durable, l'industrie a peu à peu intégré la dimension environnementale dans la conception de produits avec la démarche d'éco-conception. Dans le même temps, ce processus a évolué, puisque d'une activité réalisée majoritairement en interne à l'entreprise, elle implique dorénavant de multiples parties prenantes intégrées dès les phases amont. Si les outils et méthodes d'éco-conception développés ces dernières années ont permis d'intégrer partiellement la dimension environnementale en interne à l'entreprise, l'élargissement des acteurs prenant part au développement des produits introduit une nouvelle strate de complexité. L'intégration de la dimension environnementale lors d'un processus de conception externalisé se confronte ainsi à une discontinuité méthodologique, liée à une différence de maturité entre les différents acteurs de la chaîne de sous-traitance. L'objectif de ce travail de recherche est d'abord d'étudier les approches actuelles permettant d'intégrer la dimension environnementale à chaque niveau de la chaîne de sous-traitance. Il s'agit par la suite d'identifier les facteurs à l'origine cette discontinuité. Nous en déduisons des mécanismes pouvant permettre, dans ce contexte, une meilleure intégration de la dimension environnementale.

Mots clefs : Conception, éco-conception, environnement, sous-traitance, client, fournisseur.

Introduction :

Depuis le milieu des années 80, la prise de conscience de l'impact des activités humaines sur l'environnement a fortement progressé. L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire indique que « durant ces 50 dernières années, l'Homme a modifié les écosystèmes plus rapidement et plus profondément que durant toute autre période de l'histoire de l'humanité [...] » [1]. En parallèle, la demande en matières premières et en énergies fossiles a fortement augmenté, entraînant une envolée des prix. Les conséquences économiques sont importantes. La facture énergétique française s'est alourdie de 14,4 milliards d'euros en 2012 par rapport aux chiffres de l'année précédente, alors que les importations n'ont que très légèrement évolué [2]. Les marges des industriels sont également rognées et la tendance est à l'aggravation de cette situation. L'Agence Internationale de l'Energie explique en effet que, pour le cas du pétrole conventionnel, le maximum de production (peak oil) a été atteint en 2006 et qu'il ne progressera plus jamais [3].

Face à ce double défi, la dimension environnementale a été progressivement intégrée dans le droit français, dans des traités internationaux puis dans le droit communautaire. D'abord concentrée sur la limitation des impacts en phase de production (avec des actions pour limiter le rejet de polluants au niveau de sites industriels), la réglementation a élargie son champ d'action sur les différents aspects de la vie des produits et services (fin de vie, consommation énergétique). L'approche site réactive et localisée des années 60 a peu à peu laissé place à une vision systémique prenant en compte des impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie du produit. Cette approche est particulièrement intéressante puisque la majorité des impacts environnementaux en cycle de vie du produit résulte de choix de conception pris en amont [4]. Le concept d'éco-conception est la matérialisation de cette vision systémique. Elle consiste à intégrer de manière préventive les aspects environnementaux le plus en amont possible dans les processus de développement produit afin de réduire les impacts tout au long de son cycle de vie du produit [5] ; c'est à dire de l'extraction des matières premières jusqu'à la gestion de la fin de vie en passant par les phases de fabrication, de transport ou d'usage.

Dans un premier temps, il s'agit de voir quelles sont les méthodologies d'éco-conception actuelles permettant d'intégrer la dimension environnementale dans le processus de conception produit. Ce processus a évolué : d'une activité mono-acteur (entreprise), il implique désormais plusieurs parties prenantes externes (entreprise élargie). Il s'agira d'étudier dans un second temps les conséquences de cette évolution dans la prise en compte de la dimension environnementale à l'échelle de la chaîne de sous-traitance.

1 L'intégration de la dimension environnementale dans un contexte de conception en mutation

1.1 Des approches dimensionnées pour des processus de conception interne

Le terme générique « d'éco-conception » renferme de multiples approches dont les objectifs et les modalités de mise en place diffèrent fortement. La classification de Bellini et Janin identifie deux grandes familles d'approche, avec d'une part les méthodes d'évaluation environnementale, et d'autre part les méthodes de préconisation [6]. Les méthodes d'évaluation environnementales permettent de mesurer la performance environnementale d'un système (un produit ou service). La méthodologie d'évaluation la plus complète est l'Analyse de Cycle de vie (ACV) définie par les normes ISO 14040 et ISO 14044 [7]. Cette méthode permet de quantifier précisément l'impact potentiel d'un système sur l'ensemble de son cycle de vie, à partir de données collectées quantitatives et selon plusieurs critères environnementaux. Les méthodes de préconisation visent quant à elles à améliorer la performance environnementale d'un produit. Elles peuvent éventuellement se baser sur une première phase d'évaluation de la performance environnementale du système. Dans le secteur de la mécanique, il existe la norme NF E 01-005 qui s'adresse « aux personnes directement impliquées dans la conception et le développement de produits mécaniques [...] » [8].

L'ACV apparaît ainsi comme la méthodologie la plus efficace pour la réalisation de l'évaluation environnementale d'un système [9]. Elle permet en outre de réaliser une comparaison entre deux systèmes ayant les mêmes fonctionnalités, mais aussi de communiquer, d'informer les consommateurs sur la performance d'un produit, de guider les politiques environnementales d'un organisme [10]. Toutefois, l'ACV possède des inconvénients qui ne lui permettent pas d'être l'outil idéal pour l'intégration de l'environnement dans la conception de produits. Pour être réalisée, l'ACV nécessite un volume important de données quantitatives liées au produit. Or ces données sont disponibles en fin de conception lorsque le produit est déjà défini à 80-90%, étant ainsi en partie « gelé ». C'est pourquoi une étude ACV ne permettra d'influencer au maximum que 10 à 20% du concept, ce qui signifie des modifications éventuelles à portée limitée [9]. De même, en raison de la complexité et la lourdeur de la méthodologie, la réalisation des études ACV est confiée à des experts (ou à un pôle d'experts) externes aux autres activités de la conception [11]. La dimension environnementale est alors vue comme un facteur limitant plutôt qu'un facteur intégré dans le processus de conception [12]. Cependant, au-delà de l'aspect de communication et de marketing, l'ACV a un intérêt fondamental : elle permet de créer de la connaissance sur la performance environnementale d'un système sur le long terme. L'ACV permet ainsi d'avoir une meilleure compréhension des effets d'un produit ou d'un processus sur l'environnement [9] et de sensibiliser les concepteurs aux problématiques environnementales associées au produit [11]. Ces deux aspects sont actuellement limités par la complexité d'appréhension des résultats de ce type d'étude pour des concepteurs peu familiarisés à ces problématiques.

Les méthodes de préconisation comme la norme NF E 01-005 sont davantage intégrables au processus de conception classique. Ainsi, à chaque phase de la conception produit, la norme y intègre un aspect environnemental (figure 1). La norme s'affranchit de la problématique de collecte de données, élément bloquant d'une étude d'ACV, par une analyse environnementale qualitative, simplifiée et rapide du produit initial grâce à un questionnaire. Ce dernier est rempli par des concepteurs ayant un niveau de connaissance minimale en matière environnementale. La nature des données permet ainsi l'intégration d'une telle approche assez en amont de la conception. A partir de la connaissance globale des faiblesses environnementales liées au produit initial, la méthodologie guide le concepteur vers la recherche de solutions afin de rendre le produit moins impactant. Cependant, la volonté de s'adapter à un public de non-initiés rend cette approche trop générique pour être pleinement adaptée aux processus de conception spécifiques à une entreprise. De plus, la nature qualitative des données utilisées limite son utilisation dans une visée de communication.

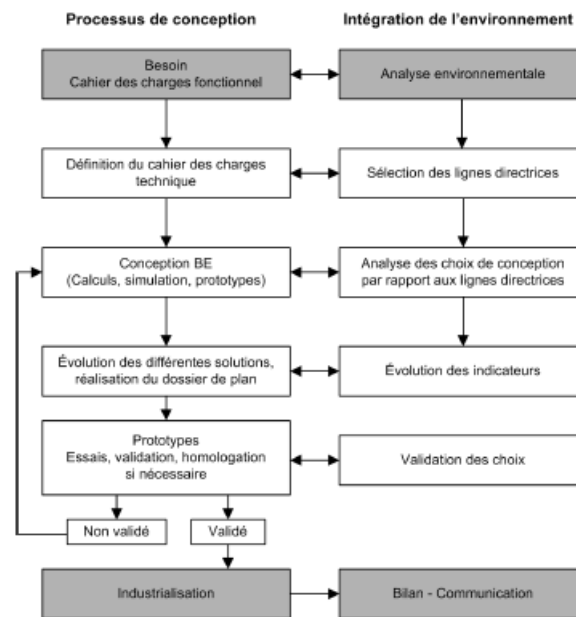


FIG. 1 : Principales étapes de la norme NF E 01-005 [8]

Le champ d'application de ces deux approches reste cependant limité au processus de conception interne à l'entreprise. Un nombre conséquent d'outils a été développé ces dernières années afin d'adapter ces approches d'éco-conception (1) à la maturité des entreprises concernant la problématique environnementale (2) aux objectifs visés (3) à la complexité des produits (4) aux ressources financières et humaines mobilisables [13]. Il en résulte une fragmentation importante de la prise en compte de la dimension environnementale à l'échelle d'une chaîne de sous-traitance avec des outils spécifiques qui ne « dialoguent » pas entre eux. Ce manque d'unité est d'autant plus problématique étant donné la montée en puissance d'un développement produit de plus en plus externalisé.

1.2 Evolution du processus de développement produit : vers l'intégration des sous-traitants

Le processus de développement produit a profondément évolué au cours de ces dernières décennies. Alors que l'activité était majoritairement réalisée en interne, les politiques d'externalisation se sont accélérées avec le recours de plus en plus massif à des fournisseurs [14]. Cette tendance lourde résulte (1) de l'accroissement de la complexité des produits qui incite les entreprises à se recentrer vers leur cœur de métiers (et de ce fait de déléguer certaines activités à des entreprises spécialisées) [15] (2) de la nécessité de réduire les temps de développement entre chaque phase tout en maintenant un niveau de qualité toujours plus élevé [16]. Ainsi, Huang et al. estiment que 60 à 80% des composants de l'aéronautique proviennent de fournisseurs [17], pendant que Stephan & Schindler montrent que 90% de l'ensemble des activités de fabrication du secteur automobile allemand est mené par des fournisseurs [15].

Si dans les années 80, l'influence de la sous-traitance est restée limitée à la phase d'industrialisation, une partie du développement produit a été transférée vers les fournisseurs à partir des années 90 [15]. Une enquête mondiale menée auprès de 238 entreprises indique ainsi que 50% des entreprises dites « leaders » dans leur secteur industriel pratiquent une conception en « boîte noire » où les fournisseurs réalisent la phase de conception détaillée suite à la conception préliminaire réalisée par le client [18, 19]. Cette enquête montre également que les fournisseurs sont de plus en plus intégrés dès les phases amont de la conception. Ainsi la bonne collaboration avec les fournisseurs devient un élément déterminant qui conditionne le succès du processus de développement produit [20]. Les bénéfices d'une intégration anticipée des fournisseurs sont multiples. La mise en place d'une collaboration en amont abaisse le risque d'erreurs de conception (et de modifications ultérieures) [21], raccourcit le cycle de développement et le temps de mise sur le marché [22] entraînant ainsi des coûts de développement plus réduits. L'association de l'expertise du client avec celle du fournisseur est un facteur permettant d'améliorer la qualité du produit [23]. L'appel à un fournisseur peut également être un facteur d'innovation [24]. Le client bénéficie alors d'un savoir-faire spécialiste [15], de nouvelles technologies [25, 26] ou encore d'une meilleure prise en compte des données du marché [23]. A

l'inverse, une intégration des fournisseurs aussi tôt dans le processus de conception s'accompagne de risques, liés notamment à la capacité des différents acteurs à travailler en collaboration [27].

Ainsi, autrefois largement réalisé en interne, le développement produit s'est externalisé. Les approches classiques d'intégration de la dimension environnementale sont soit peu adaptées au processus de conception (exemple de l'ACV), soit adaptées à un processus de conception linéaire et interne à une entreprise. Dorénavant, l'enjeu est de montrer que la mutation du processus de conception produit nécessite un changement dans la prise en compte de la dimension environnementale.

2 Comment intégrer la dimension environnementale dans un contexte de conception externalisée ?

Les méthodologies actuelles d'éco-conception ne semblent plus adaptées à l'augmentation des acteurs impliqués dans la conception produit. Cela se matérialise par des stratégies d'éco-conception parcellaires et incohérentes, en confrontation avec la pensée de cycle de vie. Ainsi, une amélioration environnementale prise au niveau « local » (i.e. au niveau du composant chez le fournisseur) peut entraîner la dégradation de certains paramètres environnementaux au niveau « global » (i.e. au niveau du produit dans sa globalité chez le client). Par exemple, un sous-traitant automobile choisit de remplacer de l'acier par un alliage d'aluminium sur un composant (le taux de recyclage est à peu près le même, mais la masse est réduite à fonction égale). Au niveau « local », le composant est plus léger, donc à priori cela est bénéfique dans une optique de réduction de masse du véhicule. Cependant au niveau « global », la masse de métaux va être réduite alors que la part des matières plastiques va augmenter. Or les plastiques ont un taux de recyclage plus faible que les métaux. Le véhicule va voir son taux de recyclabilité baisser au risque de ne plus être conforme à la directive VHU qui impose un taux global de 85% [28]. Ainsi, à la manière de l'ACV où la performance environnementale du produit est étudiée selon plusieurs indicateurs d'impacts environnementaux afin d'éviter d'éventuels transferts d'impacts, il s'agit ici d'étudier la cohérence des actions réalisées à chaque niveau de sous-traitance afin d'éviter le transfert de problématique. Pour tendre vers une éco-conception cohérente et efficiente à l'échelle de la sous-traitance, trois grands verrous identifiés doivent être levés : (1) l'inadaptation des méthodologies actuelles à la recherche de pistes d'éco-conception, (2) la difficulté de la circulation des informations environnementales dans la chaîne de sous-traitance et (3) la mise à l'écart de la dimension environnementale dans le processus de conception.

D'abord la prépondérance de la communication environnementale visant à informer les consommateurs (dans le cadre B to C) ou le client (dans le cadre B to B) conduit à une utilisation majoritaire des méthodes d'évaluation quantitative (i.e. l'ACV et ses dérivés simplifiés). Cela résulte de la structure pyramidale de la chaîne de sous-traitance où le donneur d'ordre (qui utilise davantage l'ACV) situé en haut de cette pyramide va directement et indirectement diffuser sa méthodologie à l'ensemble des acteurs situés plus bas. Or pour Millet et al., l'ACV est davantage un outil permettant d'identifier les principales tendances qu'un outil d'éco-conception destiné à l'amélioration de la performance environnementale du produit [9]. L'enjeu est de tendre vers une méthodologie d'amélioration environnementale du produit plus efficiente. C'est à dire en intégrant dès les phases amont de la conception la dimension environnementale et les sous-traitants qui participent à l'élaboration du produit, tout en gardant la capacité à communiquer sur la performance du produit. L'objectif n'est pas d'élaborer un énième outil mais davantage de créer des passerelles entre les approches déjà existantes.

En outre, les acteurs d'une chaîne de sous-traitance ont une maturité variable par rapport à la problématique environnementale. Cette différence de maturité découle de plusieurs facteurs liés à leur capacité financière, leur ressource humaine, le contexte réglementaire dans lequel ils évoluent ou encore leur sensibilité vis-à-vis de la problématique environnementale. Les acteurs vont ainsi chercher à intégrer la dimension environnementale en fonction de cette maturité et des objectifs qu'ils visent. Les donneurs d'ordres situés en haut de la chaîne de sous-traitance et disposant de moyens plus importants mettent en place des approches d'évaluation environnementale quantitative afin de pouvoir communiquer leurs résultats aux consommateurs (cas du B to C) et d'avoir une connaissance précise de la qualité environnementale de leur produit. Les sous-traitants (de type PME) peuvent se tourner vers des approches simplifiées comme la NF E 01-005 afin de se démarquer entre autres par rapport à la concurrence dans un contexte B to B. Il en résulte une discontinuité méthodologique à l'échelle de la chaîne de sous-traitance qui amène à la circulation limitée et unidirectionnelle des informations environnementales entre les différents niveaux. Cette circulation difficile est à l'origine du manque de cohérence des actions d'éco-conception menée à l'échelle de la chaîne de sous-traitance. Un donneur d'ordre réalisant des études ACV obtient en effet difficilement les informations

quantitatives en provenance de ses fournisseurs pour nourrir son Inventaire de Cycle de Vie (ICV) en raison des problématiques de confidentialité, des relations parfois difficiles entretenues ou encore de l'incapacité matérielle des fournisseurs à accéder à l'information demandée. A l'inverse, les données qualitatives fournies par les sous-traitants semblent insuffisantes au regard des besoins des donneurs d'ordre. L'enjeu est ainsi de tendre vers une méthodologie adaptée à la maturité des acteurs de la chaîne de sous-traitance et favorisant un échange d'informations bidirectionnelle entre le niveau « global » et le niveau « local ».

Enfin, la dimension environnementale est faiblement intégrée au processus de conception dit « classique ». La variable environnementale, encore largement méconnue, est surtout perçue comme une contrainte supplémentaire qui vient s'ajouter aux contraintes déjà existante. La généralisation d'approches expertes comme l'ACV limite de plus son intégration de manière pérenne dans le processus de conception en la plaçant à l'écart. L'objectif est de tisser les liens avec les contraintes plus anciennes de la conception produit (les exigences de qualité, de faisabilité technique, les contraintes de coût), mais aussi de montrer que la dimension environnementale n'est pas qu'une contrainte mais qu'elle peut également devenir une opportunité de développement et d'innovation [29].

Conclusion :

En définitive, le processus de conception a évolué et implique désormais de multiples parties prenantes. Or, les approches d'éco-conception actuelles sont adaptées à des processus de conception internes. L'élargissement de l'activité de conception à plusieurs parties prenantes dès les phases amont conduit à une prise en compte parcellaire et fragmentée de l'éco-conception. Afin de tendre vers une éco-conception efficiente et cohérente dans ce contexte de conception externalisé, trois verrous principaux ont été identifiés. Ils concernent l'inadéquation des méthodes actuelles à faire émerger de véritables stratégies d'amélioration, la circulation limitée des données environnementales entre les différents niveaux de la chaîne de sous-traitance et la mise à l'écart de la dimension environnementale dans le processus de conception. La Figure 2 propose une première réponse à ces problématiques. Elle tend à favoriser les échanges entre les différents acteurs impliqués dans la conception en cherchant à coordonner les approches actuelles, tout en tenant compte des différences de maturité. La méthode d'ACV est utilisée à la fois en amont et en aval de la conception par le donneur d'ordre : l'analyse en amont est réalisée sur l'existant et permet de mettre en lumière les points pouvant être améliorés pour le nouveau produit ; l'analyse en aval va venir nourrir la connaissance sur le produit conçu et pourra être réutilisée pour la conception des produits de la génération suivante dans un contexte itératif. La connaissance sur le produit est ainsi partagée suffisamment tôt avec le sous-traitant (information du niveau global vers le niveau local). L'idée est de définir un cahier des charges fonctionnel de manière collaborative afin de définir les stratégies d'éco-conception les plus efficaces. Le développement détaillé du produit est réalisé par le sous-traitant qui peut utiliser une démarche simplifiée comme celle de la NF E 01-005. En parallèle, au fur et à mesure de l'avancée du développement, les informations quantitatives sont remontées au client (du local vers le global) afin de nourrir l'étude d'ACV aval. Cette première proposition sera développée lors des futurs travaux de recherche. En parallèle, les problématiques identifiées seront consolidées par une enquête auprès des industriels français de la mécanique.

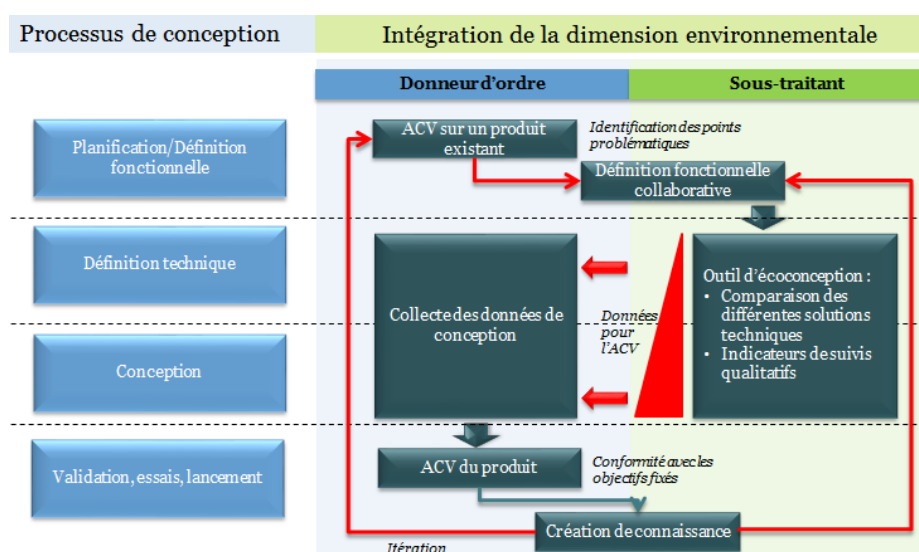


FIG. 2 : Cadre méthodologique d'une démarche d'éco-conception adaptée à un processus de conception externalisé

Références :

1. Millenium Ecosystem Assessment, *Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report*, 2005.
2. Département des statistiques et des études économiques, *Le Chiffre du commerce extérieur*, 2012.
3. International Energy Agency, *World Energy Outlook 2010*, 2011. p. 736.
4. Dewulf W., *A Pro-Active Approach to Ecodesign: Methods and Tools*, *Ecodesign in central America* », 2003, PhD Thesis Katholieke Universiteit Leuven.
5. ISO, *ISO/TR 14062:2002 Environmental management - Integrating environmental aspects into product design and development*, 2002.
6. Bellini B. and Janin M., *Écoconception : état de l'art des outils disponibles*, in *Stratégies de conception pour l'innovation*, Éditions Techniques de l'Ingénieur, Editor 2011.
7. ISO, *ISO 14040:2006 Environmental management. Life cycle assessment - Principles and framework*, 2006.
8. AFNOR, *NF E 01-005 Eco-conception des produits mécaniques*, 2010.
9. Millet, D., et al., *Does the potential of the use of LCA match the design team needs?* *Journal of Cleaner Production*, 2007. **15**(4): p. 335-346.
10. Jeswani, H.K., et al., *Options for broadening and deepening the LCA approaches*. *Journal of Cleaner Production*, 2010. **18**(2): p. 120-127.
11. Tingström, J. and R. Karlsson, *The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development*. *Journal of Cleaner Production*, 2006. **14**(15–16): p. 1409-1419.
12. Deutz, P., M. McGuire, and G. Neighbour, *Eco-design practice in the context of a structured design process: an interdisciplinary empirical study of UK manufacturers*. *Journal of Cleaner Production*, 2013. **39**(0): p. 117-128.
13. Vallet, F., B. Eynard, and D. Millet, *Requirements and Features Clarifying for Eco-Design Tools*, in *Global Product Development 2011*, Springer Berlin Heidelberg.
14. Barreyre, P.Y., *The concept of "impartition" policies : a different approach*. *Strategic Management Journal*, 1998. **9**(5): p. 507-520.
15. Stephan, N.K. and C. Schindler. *Integration of suppliers into the product development process using the exemple of the commercial vehicle industry*. in *International Conference on Engeneering Design, ICED'11*. 2011. Technical University of Denmark.
16. Clark, P.A. and K. Starkey, *Organization transitions and innovation-design* 1988, London: Pinter Publishers.
17. Huang, G.Q., K.L. Mak, and P.K. Humphreys, *A new model of the customer-supplier partnership in new product development*. *Journal of Materials Processing Technology*, 2003. **138**(1–3): p. 301-305.
18. A.T. Kearney, *Creating Value through Strategic Supply Management - 2004 Assessment of Excellence in Procurement*, 2004.
19. Clark, K.B. and Fujimoto, *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry* 1991, Boston: Harvard University Press.
20. Personnier, H., M.-A. Le Dain, and R. Calvi. *Collaborative glitches in design chain : case study of an uncessful product developpement with a supplier*. in *International Conference on Engeneering Design, ICED'11*. 2011. Technical University of Denmark.
21. Dyer, J.H., *Collaborative advantage: winning through extended enterprise supplier networks* 2000, New York: Oxford University Press.
22. Van Echtelt, F., F. Wynstra, and A. Van Weele, *Managing Supplier Involvement in New Product Development: A Multiple-Case Study*. *Journal of Product Innovation Management*, 2008. **25**(2): p. 180-201.
23. Chung, S. and G.M. Kim, *Performance effects of partnership between manufacturers and suppliers for new product development: the supplier's standpoint*. *Research Policy*, 2003. **32**(4): p. 587-603.
24. Schiele, H., *How to distinguish innovative suppliers? Identifying innovative suppliers as new task for purchasing*. *Industrial Marketing Management*, 2006. **35**(8): p. 925-935.
25. Handfield, R.B., G.L. Ragatz, and R.M. Monczka, *Involving Suppliers in New Product Development*. *California Management Review*, 1999. **42**(1): p. 59-81.
26. Emden, Z., R. Calantone, and C. Droge, *Collaborating for New Product Development: Selecting the Partner with Maximum Potential to Create Value*. *Journal of Product Innovation Management*, 2006. **23**: p. 330-341.
27. Wynstra, F., A. van Weele, and M. Weggemann, *Managing supplier involvement in product development:: Three critical issues*. *European Management Journal*, 2001. **19**(2): p. 157-167.
28. Official Journal of the European Union, *Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles*, 2010.
29. Millet, D., *Intégration de l'environnement en conception : l'entreprise et le développement durable* 2003: Hermès Science.