

Société Durable et PSS

DANIEL BRISSAUD¹, ALAN LELAH¹

¹ LABORATOIRE G-SCOP

Université de Grenoble

46 Av Alsace Lorraine, 38031 Grenoble Cedex 1, France

daniel.brissaud@g-scop.grenoble-inp.fr

Résumé – Les Produit Service Systèmes (PSS) sont réputés pour leur capacité à favoriser le développement durable. Cependant, peu de cas d'étude ont essayé de confronter les projections théoriques avec des cas du terrain. Ce papier se partage en deux. D'abord il développe les compréhensions sur la durabilité des PSS exprimées dans la littérature. Pour une société dématérialisée les enjeux sont de nature économique, technique, sociale et environnementale. La notion de cycle de vie est fondamentale pour éviter les transferts d'impacts entre phases. Dans le domaine de services, la phase d'usage prend un aspect privilégié. Les PSS doivent faciliter l'introduction de techniques de remanufacturing et de réutilisation pour aller vers des cycles de production à boucle fermée. Ensuite le papier analyse les aspects environnementaux de solutions proposées par un opérateur multiservices de la location et l'entretien de linge. Il montre comment les solutions PSS initiales sont déterminées en termes économiques pour profiter des effets de volume et de professionnalisation. Puis il devient possible d'améliorer les gains environnementaux avec une démarche complète d'éco-conception. Au final, le scénario location et entretien d'un système industriel optimisé conduit à l'amélioration environnementale des produits.

Abstract - Product Services Systems (PSS) are known for their capacity to enhance sustainable development. However, few case studies have tried to confront these theoretical projections with field cases. This paper has two parts. First, it develops understanding of sustainability of PSS as found in literature. In a dematerialized society issues are economical, technical, social and environmental in nature. The life cycle notion is fundamental to counter impact transfers between the different stages. In the service domain, the use phase takes on particular importance. PSS must facilitate the introduction of remanufacturing and reuse techniques in a move to closed-loop manufacturing cycles. Next, the paper analyses environmental aspects of solutions proposed by a laundry rental and cleaning multi-service operator. It shows how the initial PSS solutions are determined by economic factors to profit from the effects of volume and professionalization. Then it becomes possible to improve the environmental gains in a complete eco-design perspective. In the end, rental and cleaning scenarios of an optimized industrial system lead to environmental improvements for the products.

Mots clés – PSS, développement durable, environnement, éco-conception

Keywords – PSS, sustainable development, environment, eco-design

1 INTRODUCTION

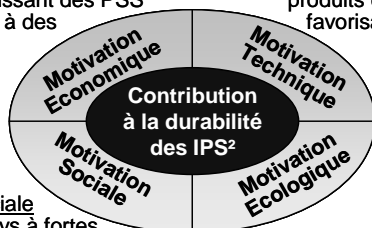
Le rapport Bruntland a ouvert la voie de la recherche de modèles applicables à une société durable. La notion de Systèmes de Produits Services (PSS) a remplacé le point de vue traditionnel des produits en tant qu'objet de vente par des services marchands soutenus par des produits et coproduits par le fournisseur et le client [Goedkoop et al., 1999]. La durabilité est souvent au cœur des préoccupations PSS et les PSS sont perçus comme l'occasion d'atteindre l'objectif des facteurs 4 ou 20 pour l'environnement [McAloone et Andreasen, 2002].

Motivation Economique

Faibles marges par la vente de machines, mais marges plus fortes en fournissant des PSS qui conduisent à des relations client à long terme

Motivation Technique

Attention identique et intégrée sur le développement des produits et des services favorisant l'innovation



Motivation Sociale

Permet aux pays à fortes salaires de protéger et fonder des emplois et améliorer la performance dans les pays à faible qualification technique

Motivation Ecologique

IPS² peut mener à la réduction de la consommation des ressources

Tukker classe différents modèles de PSS orienté produit, orienté usage et orienté résultat. Il montre que la conception intrinsèque des PSS pourrait conduire à des impacts moindres que dans le cas de produits simples et que stimuler le comportement des utilisateurs et des fournisseurs pourrait réduire la consommation d'énergie et de ressources. Par contre, il avertit que la configuration gagnant-gagnant ne s'applique pas automatiquement et qu'il y a beaucoup de cas pour lesquels la durabilité n'est pas claire [Tukker, 2004]. Maussang souligne l'importance de l'évaluation du dispositif dès sa conception. Les objets physiques et les unités de service se correspondent et les concepteurs doivent examiner soigneusement leurs interactions [Maussang et al., 2009]. Figure 1 [Meier et al., 2010] résume les motivations économiques, sociales, environnementales and techniques de la durabilité des Systèmes de Production Orientés Services (IPS²).

Suite à cette introduction, la section 2 passera en revue les questions de la durabilité des PSS telles que décrites par des auteurs dans la littérature. La section suivante exposera leurs visions des cycles de vie des PSS, et plus particulièrement, en phase d'usage. Section 4 rapprochera les visions environnementales à la réalité d'un cas d'étude. Finalement les conclusions seront présentées dans section 5.

Figure 1. IPS² Durable [Meier et al., 2010]

2 PSS ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Les PSS sont avant tout un modèle économique qui propose une alternatif dans le sens de l'économie de fonctionnalité. Le développement durable trouve naturellement une place au centre des écrits sur les PSS. Les auteurs contemporains s'efforcent de déterminer les spécificités des dispositifs du PSS. Néanmoins il est difficile de trouver des résultats précis démontrant ce lien avec une économie soutenable. Cette section propose de souligner les vues sur ces questions de divers auteurs dans la littérature.

2.1 La Question Soutenable - Dématérialisation

Tomiyama explique que le Paradigme Post Production de Masse découple la croissance économique de la consommation des matériaux et de l'énergie, soulignant ainsi l'idée qui fait du PSS un principe fondamentalement durable. Le nouveau paradigme doit réduire la Production et la consommation du volume des artefacts à un niveau approprié et gérable et ainsi ramener le volume en équilibre avec les contraintes naturelles et sociales [Tomiyama, 2001]. Pour Aurich, il faut développer les potentiels des services techniques en vue d'une Production et d'une consommation plus durables [Aurich et al., 2006], tandis qu'IPS2 facilite la transition vers une société orientée services et durable [Meier et al., 2010]. Les aspects environnementaux, économiques et sociaux sont cruciaux au niveau de la conception [Maussang et al., 2009]. En discutant des challenges et occasions ouvertes par les PSS, McAloone déduit que pour réussir et devenir durable en tant que pratique, il est nécessaire de modifier notre état d'esprit sur les rôles et les savoir-faires dans le développement de produits. Les PSS deviennent ainsi un facilitateur de l'innovation et des améliorations conséquentes pour l'environnement comprenant de nouvelles formes d'usage, façons de vivre et d'acheter, souplesse, relations avec l'utilisateur, partage de marchés et redéfinition du cœur de l'activité économique [McAloone et Andreasen, 2002]. Shimomura remarque que récrément producteurs devaient se contenter des conditions sévères du marché avec des besoins de clients divers, un surchauffe de compétition bas-prix et des demandes sociales de développement durable [Shimomura et al., 2009]. Une bonne combinaison de produits et de services sera la clé permettant de réconcilier la croissance économique avec l'environnement. Néanmoins, si Meier considère que le développement durable est partie pérennante dans les modèles économiques du PSS [Meier et Massberg, 2004], Kimita fait remarquer que peu d'études l'ont montré en réalité [Kimita et al., 2009]. Pour Maussang, des outils et indicateurs pour l'évaluation environnementale, économique et technique, sont cruciaux pour l'adoption par les entreprises et doivent être créés pour chaque stade du processus de conception [Maussang et al., 2009].

2.1.1 Facteurs Environnementaux

L'économie de fonctionnalité et les services sont au cœur de l'intérêt environnemental apporté aux PSS.

Afin de résoudre les problèmes environnementaux, les pays développés doivent découpler la croissance économique de la pression environnementale. Une solution est de migrer des économies basées sur les produits vers les économies basées sur les services, en modifiant le modèle économique [Maussang et al., 2009]. Cependant, les services consomment matériaux, énergie et information, ce qui montre que les services induisent des impacts environnementaux [Tomiyama, 2001].

Il faut ainsi veiller à la réduction de la consommation d'énergie et de la matière. Dans cette perspective, les bénéfices

escomptés comprennent la réduction de dépendance des ressources produits à l'extérieur et la réduction du poids des facilités pour le dépôt de déchets [Meier et al., 2010].

La phase de l'usage prend une importance particulière lors de la mise en application des PSS. L'utilisation intensive des biens capitaux par leur location, partage et mis en commun peut induire à des gains environnementaux importants [Meier et al., 2010].

La proximité avec l'utilisateur permet aussi une amélioration de la fin de vie, à travers la réutilisation et le remanufacturing. La responsabilisation du fournisseur de services encouragera la gestion en boucle fermée de services de recyclage et de réutilisation [Meier et al., 2010]. Les produits fonctionnels peuvent contribuer à l'environnement par le remanufacturing de son matériel et la réutilisation est un principe important pour obtenir des gains conséquents d'une conception soutenable. De même, les stratégies de maintenance devraient profiter de la surveillance à distance des performances et le remplacement des composants devrait être prévu dans des conditions de control d'usine de remanufacturing [Alonso-Rasgado et al., 2004].

Un facteur influant les questions environnementales est le volet légal. Les régulations environnementales couplées avec les objectives de l'entreprise en matière de développement durable doivent être identifiées et qualifiées très tôt dans les phases de conception. Pendant ces phases elles constitueront les bases sur lesquelles établir et choisir les solutions qui répondent aux besoins des utilisateurs au cours du cycle de vie [Maussang et al., 2009].

En dernier lieu, il est important de faire représenter l'environnement à part entière dans le PSS. En effet l'environnement doit s'intégrer dans les outils de conception des PSS en tant qu'agent imaginaire afin d'évaluer les aspects environnementaux du service. Des méthodes de pondération des fonctions peuvent indiquer l'importance pour le client, le vendeur et l'environnement [Shimomura et al., 2008]. Lelah propose une méthodologie basée sur les contributions des analyses de cycle de vie (ACV) pour l'éco-conception des PSS utilisant des techniques de surveillance à distance. Il en déduit les avantages et les revers environnementaux de ce genre de solution dans un cas d'étude terrain [Lelah et al., 2011].

2.1.2 Facteurs Économiques

Sans rentrer dans les détails des modèles économiques qui sont traités dans la littérature, les facteurs économiques se fondent eux aussi autour de l'économie de fonctionnalité.

Pour Meier et al, les motivations économiques résultent de l'augmentation des bénéfices par la vente de fonctionnalité et la livraison de services au lieu de produits [Meier et al., 2010]. Une des clés de la performance soutenable du PSS provient de la mise en place même du service. Des améliorations de la mise en service initiale et de la durée de vie ainsi que des formations utilisateurs soutiennent une meilleure utilisation économique du produit [Aurich et al., 2006].

L'augmentation de la productivité permet également de renforcer cette performance. Les PSS consolident les relations client-fournisseur à long terme en assurant la disponibilité, en optimisant le processus continuellement et en augmentant la productivité voir l'opération de la machine elle-même [Meier et Massberg, 2004].

En même temps l'accent est mis sur la création de valeur. La valeur des produits au cours de leur cycle de vie est mise en évidence et doit être comparée au coût, non seulement monétaire, mais en termes de poids physique, mental et environnemental [Hara et al., 2009].

L'utilisateur est identifié comme étant un acteur majeur dans cette chaîne de création de valeur. Le PSS résulte d'un processus de coproduction de valeur dans un partenariat. Son efficacité se fonde sur une vision partagée des scénarios possibles et désirables [Morelli, 2006].

Le changement radical de paradigme appelle à l'innovation et les approches PSS sont des stratégies d'innovation durables dans une perspective de cycle de vie [Tan et al., 2009].

Finalement, beaucoup de personnes voient les PSS comme un excellent moteur qui accroît la compétitivité et favorise la durabilité simultanément. Son modèle économique permet aux entreprises de créer de nouvelles sources de valeur rajoutée et de compétitivité [Tukker, 2004].

2.1.3 Facteurs Sociaux

L'aspect social se retrouve le plus souvent dans la littérature en forme d'attentes et d'expectations.

Le PSS est considéré comme un système construit socialement et caractérisé par différents cadres culturels, sociaux, économiques et technologiques des acteurs impliqués dans sa construction [Morelli, 2002]. Il se repose sur des « forces d'attraction » (comme les buts, les résultats attendus et des critères de résolution de problèmes) qui catalysent la participation de plusieurs partenaires [Morelli, 2006]. Il est construit avec le réseau d'acteurs qui doivent être incorporés afin de comprendre la multitude de consommations et du système social [Tan et al., 2009].

Une distribution de travail plus juste et durable figure parmi les attentes sociales les plus importantes. Des emplois à forte connaissance contribuent à une distribution géographique des forces de travail plus équilibrée [Aurich et al., 2006]. La motivation sociale des PSS vient de ce que les pays à fortes salaires protègent l'emploi existant et fournissent de nouveaux emplois, tandis que les pays à qualification technique faible peuvent améliorer leurs performances [Meier et al., 2010].

Un enjeu essentiel se trouve autour de l'acceptabilité des PSS. L'accessibilité économique et cognitive ainsi que la disponibilité des services sont des éléments majeurs des aspects sociaux [Maussang et al., 2009]. Tandis que les significations sociales et culturelles doivent comprendre aussi bien l'histoire, le statut, le prestige, l'identité [Tan et al., 2009], que la valeur sociale et la reconnaissance [Maussang et al., 2009].

Ces aspects doivent se trouver à travers la représentation du PSS. Le bloc fonctionnel relie les facteurs sociaux et environnementaux aux PSS. Il permet d'établir la frontière entre le PSS et l'environnement externe ainsi que les flux fonctionnelles qui traversent les composants [Maussang et al., 2009].

3 CYCLE DE VIE, USAGE ET RESEAUX D'ACTEURS

Selon Tan, quatre dimensions PSS complémentaires sont nécessaires pour assurer l'obtention de résultats. Ce sont la création de valeur ; le cycle de vie du produit ; le cycle de modélisation du produit ; et le réseau d'acteurs [Tan et al., 2009].

La conception essaie d'identifier les degrés de liberté ainsi que les dimensions du PSS sur lesquelles l'effort doit être mené afin d'obtenir les meilleures performances. De façon générale, Carrillo-Hermosilla étudie la diversité des éco-innovations suivant différentes dimensions : conception ; utilisateur ; produit service et gouvernance. Il conclut que toutes ces dimensions jouent un rôle significatif dans la gestion de l'éco-innovation [Carrillo-Hermosilla et al., 2010].

3.1.1 Approches Cycle de Vie

La notion du cycle de vie (Figure 2) est essentielle dans la recherche de PSS soutenable. Elle traverse tous les éléments clés de la durabilité, qu'ils soient économiques, sociaux, environnementaux ou techniques.

L'Ingénierie de Cycle de Vie n'est pas réduite à des produits physiques et la conception et la production des produits sont adressées de façon conjointe. La combinaison des phases et activités de conception avec les questions organisationnelles correspondantes confèrent aux ingénieurs un moyen efficace pour l'optimisation des produits dans une perspective de cycle de vie [Aurich et al., 2006].

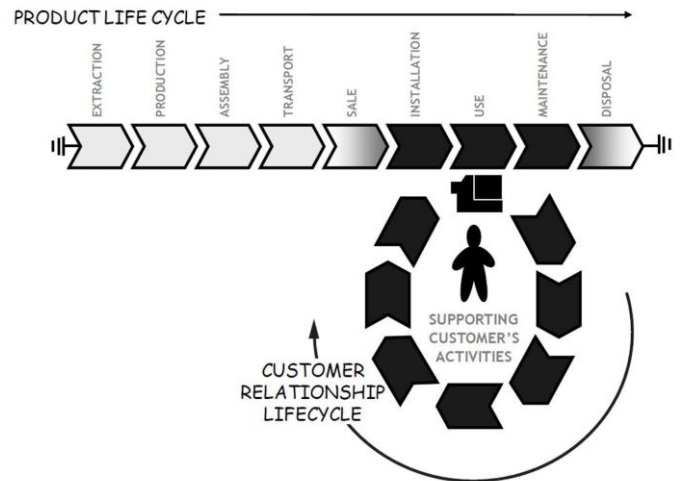


Figure 2. Cycle de Vie [Tan et al., 2009]

Sur le plan économique, le modèle économique basé sur le cycle de vie est la clé de la durabilité [Meier et Massberg, 2004].

Au niveau des stratégies, l'intensification des contenus du service et de la connaissance dans les cycles de vie du produit est vue comme cruciale pour la dématérialisation [Tomiyaama, 2001]. Il serait dans l'intérêt à la fois du producteur et du consommateur de minimiser les coûts de cycles de vie et ainsi l'usage des consommables dans la phase d'usage [Tukker, 2004].

3.1.2 Propriété ou Usage

Les PSS tentent de répondre aux questions sociétales de la propriété et les besoins d'usage.

Les PSS proposent l'usage à la place de la propriété [Maussang et al., 2009]. La propriété du produit est revue afin de se focaliser sur l'usage plus efficace plutôt que la génération de valeur ajoutée [Tomiyaama, 2001].

La nature de la satisfaction des besoins est appelée à se modifier. Le paradigme Post-Production de Masse vise la satisfaction qualitative plutôt que la suffisance quantitative [Tomiyaama, 2001]. Les PSS devraient offrir des occasions pour les producteurs de se différencier en satisfaisant des besoins client très segmentés de manière soutenable. [Kimita et al., 2009]. L'optimisation du système repose sur l'utilité [Meier et al., 2010].

Les pratiques d'usage doivent aussi évoluer par une meilleure conscience de cette phase. Les activités humaines doivent être conçues en parallèle des produits et les pratiques des clients doivent aussi être prises en compte pour la conception de services bons pour l'environnement [Hara et al., 2009]. Le Cycle d'Activités Client modèle les besoins clés des activités des parties prenantes avant, pendant et après l'interaction avec le produit ou service. Cela contribue à la connaissance de la phase d'usage [Tan et al., 2009].

3.1.3 Organisation de Réseaux d'Acteurs

En tant que système, le PSS fait souvent intervenir des réseaux d'acteurs.

Ces réseaux sont particulièrement orientés solutions. Les PSS sont catalyseurs pour le développement des partenariats orientés vers des solutions et en conséquence, des solutions soutenables [Morelli, 2006]. L'approche PSS en industrie propose une solution intégrée fonctionnelle pour satisfaire aux demandes du client tout en soulignant des facteurs d'organisation comme la coopération et le choix des acteurs, la connaissance du comportement du système et le partage des risques [Meier et al., 2010].

La combinaison de l'importance du réseau et de la proximité avec l'utilisateur, en phase d'usage plus particulièrement, pousse vers un partage de connaissance. Un changement de paradigme du non-partage des informations à l'échange de connaissance de la production entre les partenaires de la chaîne d'approvisionnement est nécessaire [Meier et al., 2010].

Les systèmes de production et de consommation évoluent. La conception de PSS essaie d'identifier quels changements peuvent être appliqués à l'ensemble du système de la production et de la consommation et comment aligner la motivation et l'incitation des parties prenantes [Tan et al., 2009].

Ces dernières vont jouer un rôle déterminant pour la durabilité. Le réseau d'acteurs identifie les relations entre les parties prenantes, dressant la carte des flux de valeur, matériaux, énergie, information, service et transport [Tan et al., 2009].

4 ANALYSE DES AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX D'UN PSS A PARTIR D'UN CAS D'ETUDE

Si la littérature regorge d'étude théorique montrant les potentialités énormes des performances environnementales des PSS, nous manquons cruellement d'études chiffrant ces performances. Deux raisons essentielles à ce manque : la confidentialité des études réalisées qui s'appuie sur les performances de process industriels qui sont les atouts principaux concurrentiels d'une entreprise de PSS d'une part et d'autre part la difficulté de prouver ces résultats par le fait que la situation de référence n'existe pas la plupart du temps.

Nous nous intéressons à un cas particulier de PSS devenu emblématique car c'est un des rares cas publics : la location / entretien de linge. Nous nous appuyons sur les informations publiques disponibles sur le site internet de l'entreprise Elis [web Elis], sur les discours des ingénieurs d'Elis tenus dans les conférences à destination des industriels et enfin sur le rapport du chantier 31 du Grenelle de l'environnement [Grenelle 2008].

4.1 Un PSS de type location / entretien

Le cas étudié est un cas de location / entretien de linge pour les professionnels quels que soient leur taille et leur secteur d'activité : entreprises industrielles, commerces, établissements de santé, administrations, sociétés de service, hôtels, restaurants, brasseries, ... Le loueur est une entreprise professionnelle d'entretien du linge qui offre à ses clients un contrat de location avec entretien compris. L'offre est intégrée et permet au client d'obtenir une valeur supérieure à celle classiquement obtenue par un service de location. Nous résumons cette valeur en seulement quelques points.

- Si le client est propriétaire, il a nécessité de dimensionner son stock de produits en fonction du volume d'usage le plus élevé de l'année. En devenant loueur, il a la possibilité de limiter son stock à l'usage à court terme, le stock

complémentaire étant déporté chez le loueur et donc il obtient un gain de surface de locaux conséquent.

- En externalisant l'entretien, le client bénéficie des compétences métiers du loueur qui est en position de garantir à la fois le maintien des performances techniques et des process d'entretien de professionnels, notamment d'un point de vue environnemental.
- Le loueur, quant à lui, tire bénéfice d'un effet d'échelle en achetant de grandes quantités de produits identiques et profite donc d'un coût d'achat de produit moindre. Il augmente aussi ses compétences métiers en améliorant de manière continue ses produits et ses process d'entretien.

Il s'agit de ne pas oublier le point fondamental d'une offre PSS par rapport à une offre classique de sous-traitance, celui qui permet de créer le système gagnant-gagnant sur la durée pour le loueur et le client: le loueur a une obligation de résultats quant aux caractéristiques techniques et esthétiques, et de plus en plus souvent environnementales ; il assure une performance alors que le sous-traitant classique a une obligation de moyens.

4.2 Des gains environnementaux

Les solutions PSS de type location / entretien sont elles réellement bénéfiques pour l'environnement ? Nous pouvons le montrer sur le cas d'Elis suite à l'étude réalisée dans le groupe d'étude du Grenelle de l'environnement [Grenelle 2008]. Une analyse de cycle de vie a été menée à partir de la démarche ISO en partenariat avec l'entreprise.

Le scénario PSS sur le cas des tenues de travail dans l'industrie mécanique peut être comparé à un cas de référence classique équivalent : achat des tenues par le client qui les assigne à un employé particulier qui devient responsable de l'entretien réalisé chez lui.

Cycle de vie du produit

1- Fabrication du produit

- a. Un textile synthétique, plus robuste, plus léger et moins consommateur d'eau remplace un textile historique en coton.

2- Utilisation et entretien

- a. Utilisation pendant une durée de vie supérieure (environ 2 fois) due à la qualité du nouveau textile.
- b. Alors que les tenues étaient assignées à un employé, le nouveau scénario les mutualise pour l'entretien (elles peuvent d'ailleurs être aussi mutualisées avec les tenues d'autres entreprises).
- c. Entretien de 2 tenues une fois par semaine dans les deux scénarios. On passe d'un lavage, séchage et repassage à la maison à un travail dans un environnement et un lieu professionnel.

3- Fin de vie

- a. Pas de différence entre les deux scénarios. Les tenues sont incinérées ou enfouies.

Les résultats quantitatifs dépendent des valeurs des variables des deux scénarios et sont la propriété de l'entreprise. On peut cependant retenir que :

- Des améliorations intrinsèques ont été apportées à la durée de vie du linge par le nouveau matériau et ceci justifie 30% des bénéfices environnementaux.
- Une optimisation du parc de produits a été réalisée par la mutualisation des tenues entre plusieurs clients. Ceci justifie 50% des bénéfices environnementaux.

- Une amélioration de la maintenance est venue de l'optimisation des processus d'entretien et de logistique. Ceci justifie 20% des bénéfices environnementaux.
- Enfin, aucune intervention n'est venue raisonner l'utilisation du produit par les clients et ceci reste donc une piste possible d'amélioration.

4.3 Leçons retenues pour des PSS réussis

De nouvelles organisations industrielles et de nouveaux business induits

- Les sites d'entretien et de stockage sont en zone industrielle (coût du foncier moins cher qu'en centre ville). L'optimisation de la logistique de livraison impose le concept « multiservice » qui consiste à apporter plusieurs services au même client. La charge de transport (économique et environnementale) est alors répartie sur un chiffre d'affaire plus vaste puisque le temps passé chez le client n'augmente pas dans les mêmes proportions. Cette organisation logistique qui est à construire présente la particularité d'être obligatoirement locale et réactive : le temps de réaction au service est un point dimensionnant.
- La demande de produits en volume d'achats important et en produits optimisés pour l'activité (au sens éco-conçus pour sa vie réelle) amène à revoir les relations contractuelles entre le loueur et le fabricant de produits par la possible inutilité des intermédiaires, voire la filialisation des 2 entreprises.
- La solution location/entretien ne peut s'envisager sans une relation commerciale pérenne pour que le loueur s'y retrouve. Le coût d'investissement initial d'achat des produits, tout comme le coût de mise en place de la chaîne logistique et le coût de capacité industrielle, sont à la charge du loueur et ne peuvent pas être amortis sur une période courte.

Une gestion adaptée

- Le loueur bénéficie d'un levier de mutualisation, permettant de répartir le stock de produits sur plusieurs clients et donc d'optimiser l'intensité d'usage des produits.
- Le loueur bénéficie aussi d'un levier d'augmentation de productivité en industrialisant l'entretien : optimisation de l'usage de main d'œuvre, des machines, ordonnancement optimum des activités et des tailles de lots, lissage des pics d'utilisation dans le temps.
- Le loueur doit mettre en place un système de gestion d'un stock délocalisé et réparti dans l'espace entre son entrepôt et ses différents clients.

Des difficultés à surmonter

- La transition. Qu'elle était la solution antérieure à la location/entretien ? Soit l'entretien était interne et l'externalisation ne présente alors que des avantages (à la condition importante près du déplacement d'emploi éventuel) dus à la professionnalisation de cet entretien : gains économiques et environnementaux. Soit l'entretien était déjà externalisé aux salariés eux-mêmes, généralement contre une rétribution financière ou un avantage en nature, et le renoncement est alors délicat à régler.
- Il existe une barrière à l'entrée pour devenir loueur : un coût d'investissement important dû à la fois dans les produits qui seront loués (transfert des actifs du client vers le loueur) et dans les capacités des processus d'entretien (matériel et humain) qu'il s'agit de mettre en œuvre.

4.4 Conclusion sur l'Etude de Cas

Les solutions de location et d'entretien se sont développées en raison de contraintes économiques principalement : des leviers d'économies apparaissent en exploitant des effets de volume et de professionnalisation (le cœur de métier pour le loueur et non pas le cœur de métier pour le client).

La recherche d'optimisation économique de cette solution a principalement consisté à limiter les consommations associées au service (énergie, eau, produit principalement) et est obtenue conjointement en augmentant la durée de vie des produits et en professionnalisant les processus d'entretien et de logistique.

Cette optimisation économique initiale s'apparente à une première démarche d'éco-conception : minimisation des consommations pour le service. Une fois l'utilité et la rentabilité économique bien établies, il est possible d'augmenter aussi les gains environnementaux par une démarche complète d'éco-conception s'appuyant sur l'ensemble des étapes du cycle de vie du produit. En particulier, il s'agit de vérifier que les gains environnementaux obtenus pour la phase d'entretien restent positifs malgré une perte, qui n'est pas obligatoire mais qui est souvent la réalité pour l'instant, de compétitivité environnementale élémentaire dans la phase de production. En effet, l'augmentation de la durée de vie du produit se fait souvent par le développement de nouveau matériau qui font appel à des matériaux de base ou des procédés de production nouveaux et pas assez bien maîtrisés environnementalement. Le gain final est obtenu par l'effet global de réduction massive des produits nécessaires au service.

Le scénario location / entretien, qui est une des formes d'implémentation d'un système de produits et services pour de l'économie de fonctionnalité, apporte un gain environnemental significatif par rapport au scénario de référence classique d'achat de produits avec un entretien fréquent externalisé. Ces bénéfices environnementaux s'expliquent essentiellement par l'optimisation de la durée de vie des produits, rendue possible par l'éco-conception de ce produit, le choix d'un matériau plus résistant et plus léger, une meilleure gestion de la mutualisation du produit dans un système industriel optimisé. On peut encore attendre des améliorations en optimisant aussi la fin de vie des produits par des actions de recyclage et de réutilisation.

5 CONCLUSION

Dans un monde en pleine interrogation sur ses modes de développement, les PSS représentent un espoir à cause de leur capacité à promouvoir des changements de comportements de production et de consommation. Au cours des recherches récentes, les chercheurs ont progressivement mis en lumière les mécanismes inhérents aux PSS qui permettraient d'atteindre ces performances, tant décriées. Cependant, peu de cas d'étude ont essayé de confronter ces projections théoriques avec la réalité des PSS que l'on peut effectivement trouver sur le terrain.

5.1 Vers une Définition Durable des PSS

Dans un premier temps, nous avons développé dans ce papier les compréhensions sur la notion de durabilité des PSS exprimées par certains auteurs dans la littérature scientifique. Pour être durable, ou soutenable, la société doit se transformer en une économie dématérialisée. Les enjeux sont importants et couvrent à la fois les domaines économiques et techniques, sociaux et environnementaux. Il apparaît que la notion de cycle de vie est fondamentale pour éviter les transferts d'impacts

entre les différentes phases et ainsi garder les acquis sur l'ensemble de la vie des produits-services. Spécialement dans le domaine de services, les phases d'usage prennent un aspect privilégié qu'il convient de ne pas négliger. En outre les PSS doivent faciliter la mise en œuvre de techniques comme le remanufacturing et la réutilisation pour aller vers des cycles de production à boucle fermée et ainsi réduire les besoins de consommation de matériaux. Finalement il ne faut pas oublier que les PSS concernent le plus souvent des réseaux d'acteurs différents avec des besoins différents.

En conclusion de cette étude de la littérature, nous pouvons formuler une définition du PSS durable en la plaçant dans une évolution dynamique de la vision de la production industrielle. Dans un monde en tension entre une économie plus juste et mieux répartie, la sauvegarde de l'environnement et l'équité sociale, nos modes de production et de consommation doivent se réorienter vers des systèmes produits-services qui dépassent les frontières limitées du produit et de sa possession par l'individu. Ces systèmes produits-services englobent une proportion adaptée d'objets physiques servant de support à des activités de service variées ; l'utilisateur et le fournisseur coproduisent les valeurs d'usage satisfaisant les besoins d'un épanouissement soutenable des citoyens et de la société.

5.2 La Réalité Environnementale du PSS

Dans la suite de ce papier, nous avons abordé les aspects environnementaux de solutions proposées par un opérateur multiservices de location et d'entretien de linge. Ils montrent que les solutions PSS initiales sont déterminées principalement en des termes économiques pour les avantages qu'elles procurent grâce aux effets de volume et de professionnalisation. Une fois établies l'utilité et la rentabilité de la solution, il devient possible de chercher à augmenter les gains environnementaux dans une démarche complète d'éco-conception sur l'ensemble de cycles de vie. Les gains en phase d'entretien sont comparés avec les phases de production afin de vérifier qu'ils compensent effectivement les pertes éventuelles occasionnées par l'utilisation de nouveaux matériaux. Au final le scénario de location et d'entretien dans un système industriel optimisé conduit à une amélioration de l'impact environnemental au cours de la durée de vie des produits. Il ouvre, en outre, de nouvelles possibilités pour le traitement de la fin de vie, même si ceci n'est pas encore abordé particulièrement dans le cas de l'entreprise étudiée.

6 BIBLIOGRAPHIE

- Alonso-Rasgado T., Thompson G., Elfström B., (2004) The design of functional (total care) products, *Journal of Engineering Design*, 15(6), pp. 515-540.
- Alonso-Rasgado, T., Thompson, G. (2006) A rapid design process for Total Care Product creation. *Journal of Engineering Design*, 17(6), p 509.
- Aurich, J., Fuchs, C., Wagenknecht, C., (2006) Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems, *Journal of Cleaner Production*, 14(17), pp. 1480-1494.
- Brundtland, G.H., (1987) Our Common Future, *Report of the World Commission on Environment and Development*, World Commission on Environment and Development
- Elis, <http://www.elis.com/>
- Grenelle, (2008) Groupe d'étude « Economie de fonctionnalité », *Rapport final au Ministre d'Etat, Ministre de l'Energie, de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire*, Octobre.
- Goedkoop, M., Van Halen, J., Te Riele, H., Rommens, P., (1999) Product Service Systems: Ecological and Economic Basics. *Report for the Dutch ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ)*.
- Hara, T., Arai, T., Shimomura, Y., and Sakao, T., (2009) Service CAD system to integrate product and human activity for total value, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 1(4), pp. 262-271.
- Kimita, K., Yoshimitu, Y., Shimomura Y., T. Arai, (2009) A customer value model for sustainable service design. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 1(4), pp. 254-261.
- Komoto, H., Tomiyama, T., (2008) Integration of a service CAD and a life cycle simulator. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57(1), pp. 9-12.
- Lelah, A., Mathieux, F., Brissaud, D., (2011) Contributions to Eco-design of Machine-to-Machine Product Service Systems: the example of Waste Glass Collection. *Journal of Cleaner Production*, In Press, Accepted Manuscript. doi:10.1016/j.jclepro.2011.02.003
- McAloone, T.C., Andreasen, M.M., (2004) Design for utility, sustainability and societal virtues: developing product service systems. *Proceedings of the 8th international design conference*, Dubrovnik, Croatia, pp. 1545-1552.
- McAloone, T. C., Andreasen, M. M., (2002). *Defining product service systems*. Meerkamm.
- Maussang, N., Zwolinski, P., Brissaud, D., (2009) Product-service system design methodology: from the PSS architecture design to the products specifications, *Journal of Engineering Design*, 20(4), pp. 349-366.
- Meier, H., Massberg, W., (2004) Life Cycle-Based Service Design for Innovative Business Models, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 53(1), pp. 393-396.
- Meier, H., Roy, R., Seliger, G., (2010) Industrial Product-Service Systems - IPS?. *CIRP Annals Manufacturing Technology*, 59, S. pp. 607-627, Elsevier.
- Mont, O. K., (2002) Clarifying the concept of product-service system. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), pp. 237-245.
- Morelli, N., (2002) Designing product/service systems. A methodological exploration, *Design issues*, 18 (3), pp. 3-17.
- Morelli, N., (2006) Developing new product service systems (PSS), methodologies and operational tools, *Journal of Cleaner Production*, 14, pp. 1495-1501.
- Shimomura, Y., Hara, T., Arai T., (2008) A service evaluation method using mathematical methodologies, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 57, pp. 437-440.
- Shimomura, Y., Hara, T., Arai, T., (2009) A unified representation scheme for effective PSS development, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58, pp. 379-382.
- Tan, A., McAloone, T.C., Hagelskjær, L.E., (2009) Reflections on product/service-system (PSS) conceptualisation in a course setting, *International Journal of Design Engineering*.
- Tomiyama, T., (2001) Service engineering to intensify service contents in product life cycles. *Second international symposium on environmentally conscious design and inverse manufacturing*, Tokyo, Japan, pp. 613-618.
- Tukker, A., (2004) Eight types of product-service systems: eight ways to sustainability? *Experiences from SusProNet. Business strategy and the environment*, 13(4), pp. 246-260.