

# REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

REVUE TRIMESTRIELLE DA VINCI ASBL | ASSOCIATION OF ENGINEERS | ARCHITECTS | SCIENTISTS | INDUSTRIALS 2|2017







# INDEX

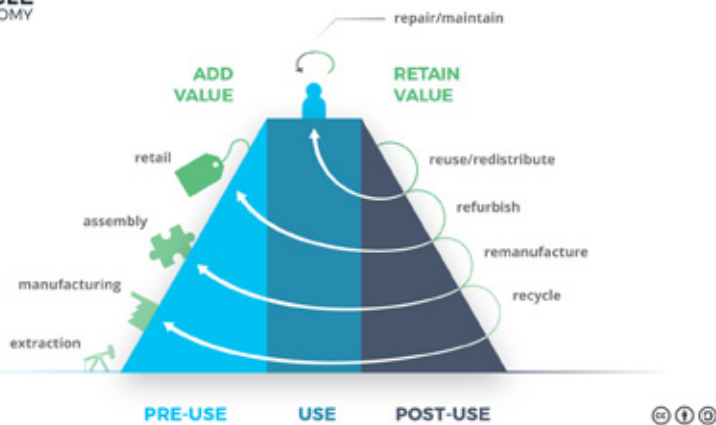
|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 06_ agenda_                       | MANIFESTATIONS da Vinci asbl, OAI   |
| 07_ livres_                       |   |
| 08_ la vie des associations_      | EXTENSION ET REMISE À NIVEAU DU BÂTIMENT KONRAD ADENAUER POUR LE PARLEMENT EUROPÉEN   |
| 10_                               | L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET L'URBANISME: L'ORGANISATEUR DE NOTRE VIE EN SOCIÉTÉ_   |
| 14_ international_                | BESUCHERZENTRUM GÄRTEN DER WELT - WW+ architektur + management sàrl   |
| 16_ design + économie circulaire_ | WUNNE MAT DER WOOLTZ - hsa-heisbourg strotz architectes   |
| 22_                               | DAS PRINZIP DER KREISLAUFWIRTSCHAFT BEIM RÜCKBAU EINES INDUSTRIEGEBIETES - Schroeder & Associés   |
| 26_                               | KREISLAUFWIRTSCHAFT ALS WICHTIGER ASPEKT DES NACHHALTIGEN BAUENS - Stefan Fries, Heinrich Haag, E3Consult   |
| 28_                               | CO2-NEUTRALITÄT VON HOLZVERBRENNEN? - Marc Lindner  |
| 30_                               | L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LA CONCEPTION DE PARKINGS - +ImpaKT Luxembourg S.à.r.l.  |
| 34_                               | SCIENTIFIC APPROACHES AND TOOLS SUPPORTING CIRCULAR ECONOMY CONCEPTS_ - A. Bertrand, M. Guiton, S. Zinck, Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST)               |
| 38_                               | UPAM: UPCYCLING VIA ADDITIVE MANUFACTURING – HOW 3D PRINTING CAN ENHANCE CIRCULAR ECONOMY - Claude Wolf, Slawomir Kedziora - Faculty of Science, Technology and Communication |
| 46_                               | HOBO HOTEL - Monika Losos, Tina Bunyaprasit, Werner Aisslinger  |
| 50_                               | STUDIO FÜR DESIGNMANAGEMENT & STRATEGIE - Jan Glas  |
| 52_                               | VOM HISTORISCHEN WERKSTOFF ZUM DESIGNSCHMUCK - Victoria Dietrich, Dipl.- Designerin & Goldschmiedin   |
| 54_                               | GIB GEBRAUCHTEM EINE ZWEITE CHANCE - Lisa Birlenbach, Dipl.-Ing (FH) Innenarchitektur   |
| 56_                               | TAUKO – RECYCLED AND LOCAL  |
| 58_                               | NEI AARBECHT, UNE ENTREPRISE SOCIALE ET SOLIDAIRE   |
| 60_                               | THE HOLY FOODS HOUSE – A SELF-SUFFICIENT TINY HOUSE PROJECT   |
| 62_                               | MY BOO BAMBUSFAHRRÄDER – GEFERTIGT IN GHANA, VOLLENDET IN DEUTSCHLAND!  |
| 64_                               | S'COOL BUS - Patrick Auffret, dépêche de Louviers   |
| 68_ tribune libre_                | PREISGEKRÖNTE DESIGN INTERIEUR LEUCHTEN   |
| 70_                               | PEINTURE VERDELLO BY ROBIN, CRADLE TO CRADLE CERTIFIED  |
| 72_                               | À CHAQUE SALLE DE BAIN SON ASTUCE «GAIN DE PLACE»   |
| 74_                               | MULTITOKEN AUF DER CEBIT 2017   |
| 77_ partenaires_                  | INAUGURATION DU SIEGE ET DIXIEME ANNIVERSAIRE, CBL  |
| 78_                               | KREISLAUFWIRTSCHAFT, CHAUX DE CONTERN   |
| 80_                               | STEEL GOES CIRCULAR: THE CIRCULAR BUILDING - Nicoleta Popa, Louis-Guy Cajot, Anne-Laure Hettinger, Roberto Turconi  |
| 81_                               | PACIFIC CHAIR - Edward Barber, Jay Osgerby  |
| 82_ événements_                   | EVENEMENTS  |

Dans le contexte d'une urbanisation croissante, des constructions modulaires et temporaires permettent une grande flexibilité pour l'aménagement de l'espace. L'exemple des parkings aériens multi-étages de l'entreprise ASTRON BUILDINGS, conçus et construits dans une logique d'économie circulaire, sert à illustrer les opportunités pour l'entreprise ainsi que les multiples avantages économiques et environnementaux d'une telle approche.



# L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LA CONCEPTION DE PARKINGS

Dr. Paul Schosseler, +ImpaKT



\_Fig. 1: Représentation graphique de la notion de valeur dans l'économie circulaire par le biais de la «colline de la valeur» (schéma gracieusement mis à disposition par Circle Economy)

## Introduction à l'Économie Circulaire

L'économie circulaire (EC) se définit comme un système économique d'échange et de production qui, «à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus»<sup>1</sup>. En plus «l'économie circulaire concrétise l'objectif de passer d'un modèle de réduction d'impacts à un modèle de création de valeur positive sur un plan social, économique et environnemental»<sup>2</sup>.

Cette notion de la création, mais surtout du maintien de la valeur socio-économique à travers les boucles vertueuses du partage de biens, de la réparation, de la réutilisation et du reconditionnement de produits et de composants est parfaitement bien illustrée par la «colline de la valeur», présentation élaborée par l'entreprise sociale et coopérative néerlandaise «Circle-Economy» (figure 1). Des circuits économiques qui fonctionnent selon cette logique contribuent également à la préservation des ressources et une meilleure utilisation des biens et services mis en œuvre pour la fabrication d'objets et de produits.

Au Luxembourg l'étude «Luxembourg as a knowledge capital and testing ground for the circular economy» réalisée en 2014<sup>3</sup> met en évidence d'autres arguments en faveur de l'EC, notamment une meilleure résilience face à une pénurie de matières premières dans des secteurs industriels clés au Luxembourg ou encore la création

d'emplois locaux pour des travailleurs moins qualifiés. Le Luxembourg aurait également des opportunités à saisir en tant que précurseur à l'échelle internationale, avec des projets pilotes comme le «hotspot» communal de l'EC à Wiltz<sup>4</sup>, qui s'intègre parfaitement dans la politique européenne à cet égard<sup>5,6</sup>.

L'EC est un pilier horizontal dans l'étude stratégique portant sur la troisième révolution industrielle au Luxembourg<sup>7</sup>, reconnaissant le caractère transverse et holistique d'une approche circulaire qui s'appuie fortement sur le développement rapide des technologies de l'information et de la communication (TIC), notamment pour les volets du service et du partage.

## Cas d'étude - le parking aérien multi-étages

C'est dans ce contexte mobilisateur qu'ASTRON BUILDINGS a entrepris une étude sur les opportunités et le potentiel d'une approche EC pour un segment bien spécifique de son portefeuille, les parkings aériens multi-étages, ceci dans le cadre du programme Fit4Circularity (voir encart).

### ASTRON et le programme Fit4Circularity

La société ASTRON BUILDINGS S.A. conçoit, produit et vend des constructions en acier, elle est le leader européen pour des bâtiments métalliques pré-étudiés sur mesure et des solutions clés en main. Les types de bâtiments d'entreprises fabriqués comprennent des entrepôts de stockage, des unités de production, des bâtiments de bureaux, des parkings aériens, des commerces et autres.

Dans un souci d'innovation, mais également face à certaines pressions du marché comme la variabilité croissante des prix des matières premières, ASTRON a entrepris la démarche d'analyser et de revoir le modèle commercial pour le segment des parkings aériens, dans une logique d'EC. Pour cette étude ASTRON a eu recours au programme Fit4Circularity et l'expertise du bureau de conseil +ImpaKT. Le programme Fit4Circularity est piloté par l'Agence nationale pour l'innovation Luxinnovation et cofinancé par le Ministère de l'Economie<sup>8</sup>. Il vise à faciliter et accélérer la transition des entreprises vers l'EC, aussi bien au niveau de leurs produits que des modèles commerciaux. L'étude a été réalisée sous la coordination de M. René OLY, Innovation Manager auprès d'ASTRON, tout en mobilisant les responsables et spécialistes d'autres départements d'ASTRON.





\_Fig. 2: Parking aérien réalisé au Luxembourg, illustrant la flexibilité des solutions ASTRON

ASTRON conçoit et produit des constructions en acier pour parkings aériens préfabriqués pour plusieurs centaines de voitures qui s'assemblent parfaitement et peuvent être combinés dans une multitude de variations afin de répondre aux besoins spécifiques du client. Les avantages de ces parkings résident dans un coût très compétitif par rapport à des parkings souterrains, une empreinte spatiale fortement réduite et la flexibilité et le démontage rapide, si l'espace occupé n'est que temporairement disponible ou destiné à d'autres fins dans le long terme.

Le processus commercial d'un parking comprend la conception d'une installation sur mesure, l'ingénierie avec les études statiques, la production des composants du parking (dans l'usine de Diekirch pour le marché de l'Europe de l'Ouest) ainsi que l'emballage et l'envoi des pièces détachées vers le site de construction. Le montage est réalisé soit par une entreprise partenaire agréée, qui prend en charge toutes les étapes de mise en œuvre du bâtiment, fabriqués avec le know-how et des matériaux ASTRON, soit directement par ASTRON pour des clients récurrents. Un film réalisé lors du montage d'un parking au Luxembourg illustre bien le concept de construction du parking aérien<sup>9</sup>.

Un avantage considérable des parkings d'ASTRON est la grande portée des structures sans piliers, permettant un maximum de flexibilité au niveau de l'aménagement de l'intérieur, p.ex. pour l'organisation de la circulation, la facilité de stationnement ou l'intégration de services supplémentaires comme des stations de lavage ou d'essence.

Un autre atout stratégique est la conception adaptée et la recherche de la meilleure solution pour chaque client, en minimisant les quantités de matière utilisées. Cette flexibilité est illustrée dans l'image de la figure 2, qui montre le concept d'un parking mixte voiture / camion, construit sur mesure pour un client au Luxembourg.

#### **Economie circulaire – les opportunités pour ASTRON**

Dans un souci d'innovation, mais également face à certaines pressions du marché comme la variabilité croissante des prix des matières premières, notamment de l'acier, ASTRON a entrepris la démarche d'analyser et de revoir le modèle commercial pour le segment des parkings aériens. La préoccupation principale d'ASTRON dans une démarche d'EC est de maintenir la valeur du

parking aérien ainsi que des composants qui le constituent, ceci tout au long de la phase d'utilisation du parking et des composants. Cette approche demande en conséquence directe une implication plus importante d'ASTRON dans les phases d'utilisation et de démolition du parking.

Aujourd'hui ASTRON fait déjà des recommandations pour la maintenance et la protection des structures, p.ex. une inspection régulière et la réparation des fissures ou encore des propositions de solutions pour la protection du béton, en fonction de l'utilisation. Par contre, en cas de non-respect de ces recommandations par le propriétaire ou l'exploitant, un assainissement ou des rénovations lourdes peuvent devenir nécessaires après 10 à 15 ans, le cas échéant, portant atteinte à la réputation d'ASTRON pour la qualité des produits.

De même la non-implication actuelle d'ASTRON dans la démolition de ses bâtiments fait que, même si leur composition est parfaitement bien connue à travers les plans de construction, peu de connaissances existent sur l'état de la structure et des composants lors de la démolition, ni sur la valeur résiduelle des matériaux. Différents niveaux d'implication d'ASTRON sur une partie plus importante de la chaîne de valeur du parking sont dès lors envisageables, d'une simple offre de services de maintenance et de réparation pendant l'utilisation du parking à une garantie de récupération des composants lors de la démolition. Le retour d'expérience issu de la maintenance et du reconditionnement des pièces par rapport à l'usure, p.ex., devrait permettre à la longue des gains de qualité importants lors de la conception.

Dans sa forme accomplie le modèle commercial de l'EC passe de la vente de pièces détachées à une offre de service de mise à disposition de surface de parking flexible. Le fait de passer d'une vente de produits à une offre de service permet également une relation plus intense avec le client et un retour sur les attentes et expériences de ce dernier.

#### **Les défis de conception pour ASTRON**

Dans le modèle commercial circulaire il importe comme dans toute autre modèle de gestion de maîtriser les risques. Les risques les plus importants sont dans ce cas précis ceux liés à une perte de valeur prématurée du parking et de ses composants. Ces risques technologiques liés au produit peuvent être réduits par:

\_Une conception prévoyante pour une réparation et maintenance faciles du parking afin de prolonger sa durée d'utilisation,



Fig. 3: Illustration schématique du processus de production d'ASTRON pour un parking aérien dans l'usine de Diekirch, à partir des matières premières jusqu'à l'expédition du produit final. Le schéma intègre une boucle de reconditionnement de pièces usagées, dans une optique économie circulaire

Une conception modulaire pour un désassemblage non-destructif à la fin de l'utilisation, permettant une préservation de la valeur des pièces du parking et leur réutilisation pour une nouvelle construction.

Un défi qu'ASTRON relève dans ce contexte est p.ex. l'utilisation de dalles en béton conçues pour un démontage non-destructif, comme les dalles en béton sont moins chères par rapport à l'acier et offrent des propriétés mécaniques favorables notamment pour les vibrations.

La conception et solidité adaptées des pièces en acier devront permettre d'anticiper une 2<sup>ème</sup>, voir 3<sup>ème</sup> utilisation, en passant par un reconditionnement éventuel des pièces après un contrôle qualité obligatoire. Le reconditionnement de pièces usagées dans les usines d'ASTRON présente donc également un défi de conception au niveau de l'usine et des procédés de production ainsi qu'un nouveau marché à développer.

Le schéma dans la figure 3 illustre les étapes principales de la production d'un parking aérien, les flux majeurs entrants et sortants de matières (matières premières, déchets, rejets) ainsi que les consommations d'énergie et de matières secondaires tel que le gaz. La matière première essentielle est l'acier sous différentes formes ainsi que des peintures à base d'eau. Les chutes de production d'acier sont inférieures à 5% et recyclables à 100%. Les matériaux d'emballage tels que le bois et le caoutchouc sont expédiés avec les produits finaux. Des réflexions ont été menées par ASTRON pour réduire ou substituer ces matériaux. L'entreprise a également fait des efforts considérables ces dernières années pour économiser des matières premières et de l'énergie au niveau du processus de production et investit dans l'automatisation des procédés.

Dans l'optique d'une approche circulaire le schéma dans la figure 3 reprend l'intégration d'un processus de reconditionnement de pièces usagées dans la chaîne de production actuelle, qui nécessite donc des adaptations au niveau des procédés dans l'usine.

En troisième lieu, des défis de conception résident dans la mise en place du modèle commercial circulaire même. Il importe de bien saisir et maîtriser les risques financiers, la viabilité financière étant étroitement liée à la possibilité de récupérer un maximum de composants du parking pour une utilisation future dans la même application. Une analyse détaillée montre que les coûts supérieurs générés par une conception adaptée, modulaire et plus solide

ainsi que le démontage non-destructif sont largement compensés par la valeur résiduelle dans les pièces et composants récupérés. La modularité permet une réutilisation de composants dans le projet suivant, même si les spécificités sont différentes (p.ex. en termes de dimensionnement et utilisation futurs de parkings). Ainsi le risque de non-réutilisation est limité sur une échelle de temps de 5-10 ans, et donc aussi le risque d'une perte financière liée à des pièces qui seraient non-réutilisables.

Néanmoins ASTRON est confronté au questionnement des modèles financiers, comme toute entreprise qui se lance en tant que pionnier dans une approche commerciale circulaire. Au niveau national l'entreprise peut cependant profiter de la collaboration du gouvernement et plus précisément du Ministère de l'Economie avec la Banque Européenne d'Investissement (BEI). La BEI a réalisé une étude sur les financements de projets circulaires, identifié des opportunités et des barrières et mis à disposition des acteurs de la place financière des instruments et garanties pour la gestion des risques financiers<sup>10</sup>.

Au niveau international, le CE100 (une plateforme d'entreprises dédiée à l'EC et animée par la Fondation Ellen MacArthur travaille également sur les finances circulaires. Les résultats du cas d'étude ASTRON ont été présentés lors d'un workshop du groupe de travail finanCE du Club CE100<sup>11</sup>, réunion organisée par KPMG au Luxembourg en décembre 2016. Le modèle commercial et financier peut donc être construit et testé en étapes, dans un environnement luxembourgeois propice, avec des partenaires de confiance.

#### La plus-value du parking aérien circulaire

En dehors des opportunités en termes de participation accrue à la chaîne de valeur et de nouveaux marchés, qui résultent de l'adoption d'un modèle technico-commercial circulaire pour ASTRON, cette approche présente également des plus-values pour les clients et d'autres parties prenantes.

Un parking modulaire et facilement démontable peut être aménagé de manière temporaire sur des surfaces utiles autrement, comme dans le cas d'une extension d'une zone industrielle. Il permet une densification plus importante et donc une réduction considérable des besoins en surfaces scellées. Le terrain peut être facilement reconverti et préserve donc sa valeur pour des utilisations futures à court terme. Le parking aérien multi-étages peut





\_Fig. 4: Structure de parking métallique avec façade verte, réalisée pour le National Grid House en Grande-Bretagne (photo: courtesy of 'National Grid', by One World Design Architects)

être conçu de manière à remplir d'autres fonctionnalités et services, comme la production d'électricité sur le toit ou les façades à l'aide de panneaux photovoltaïques ou le captage de l'eau pluviale sur le toit, p.ex. pour des fins d'arrosage de surfaces vertes. Les parkings à façades vertes permettent d'améliorer le climat local (humidité, captage de poussière) et d'augmenter considérablement la biodiversité par rapport à des surfaces bitumées désertes (voir exemple dans la figure 4).

La modularité constitue un avantage important parce qu'elle permet d'associer au parking d'autres services comme p.ex. une station de lavage ou encore des services aux utilisateurs (boulangerie, pressing, etc.). Elle permet également de tenir mieux compte des développements technologiques futurs et de l'évolution de la mobilité individuelle, et donc des besoins en surfaces de parking qui s'ensuivent (électromobilité, mobilité multimodale, voitures intelligentes, etc.).

### Conclusions

Le cas d'étude du parking aérien multi-étages d'ASTRON illustre les concepts d'économie circulaire transposables pour une entreprise industrielle, active dans le domaine de la construction. Il met en évidence d'un côté les défis de conception pour le produit, la production en usine ainsi que le modèle commercial circulaire. De l'autre côté, l'adoption du concept offre de nombreux avantages, comme une plus grande participation dans la chaîne de valeur du produit, une résilience accrue par la maîtrise des risques liés à la disponibilité des matières premières et l'accès à des nouveaux marchés. Le reconditionnement de pièces usagées permet de développer les activités industrielles locales et de réduire les impacts environnementaux liés notamment à la production de l'acier, matière première principale.

Enfin, cet article met en évidence les efforts fournis et les compétences disponibles au niveau national pour supporter les entreprises, décidées à saisir les opportunités évidentes que l'économie circulaire leur offre. Elles se positionnent comme pionniers dans une démarche qui est actuellement volontaire mais qui selon la conviction de des auteurs deviendra incontournable dans un futur proche.

[www.positiveimpakt.eu](http://www.positiveimpakt.eu)

- \_1 <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-economie-circulaire-oct-2014.pdf>
- \_2 [http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire\\_a361.html](http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire_a361.html)
- \_3 <https://www.luxinnovation.lu/news/luxembourg-knowledge-capital-testing-ground-circular-economy>
- \_4 <http://www.gouvernement.lu/5326455/13-wiltz-circulaire>
- \_5 [https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/luxembourgish-town-pilot-circular-economy\\_en](https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/luxembourgish-town-pilot-circular-economy_en)
- \_6 [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- \_7 <http://www.troisiemerevolutionindustrielle.lu>
- \_8 <https://www.luxinnovation.lu/innovate-in-luxembourg/performance-programmes/fit-4-circularity>  
<https://www.astron.biz/fr/>
- \_9 <https://www.youtube.com/watch?v=gdgFzPXAN-8>  
<http://www.positiveimpakt.eu/fr>
- \_10 <http://www.eib.org/infocentre/events/all/financing-the-circular-economy.htm>
- \_11 <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ce100>