



JANVIER 2017

ALUMINIUM, DESIGN ET FABRICATION

4EME PARTIE (ET FIN) : ALUMINIUM ET ARCHITECTURE

Façades, des espaces tout trouvés pour l'aluminium et ses fonctionnalités

Bonjour à vous, il s'agit de la dernière Newsletter sur cette thématique, alors profitez en bien, nous aborderons cette fois l'utilisation de l'aluminium dans l'architecture et ces façades dites actives.

a) Aluminium : Une surface caméléon.

Sa relative facilité de mise en forme et les traitements de surface qui lui sont spécifiques en font un matériau de choix pour l'urbaniste et le décorateur. On peut lui donner un état de surface satiné, mat, brillant et même coloré (la spectrocolorométrie). Ce dernier procédé composé d'une anodisation, d'une électrocoloration et d'une opération de colmatage permet d'obtenir une grande palette de couleurs. Cela est rendu possible en déposant, lors de la 2^{ème} opération à l'aide d'un champ électrique, des particules métalliques dans les pores de la couche d'anodisation, produisant ainsi différentes teintes grâce à un effet de dispersion de la lumière.

Suivant l'état de surface choisie, la surface constitue une base d'accrochage pour l'impression et le collage, comme ce que l'on peut observer sur les façades du Technocampus de Nantes nouvellement bâti (Cf. figure 11).



Figure 11 : Façade du Technocampus Océan à Nantes. [4]



JANVIER 2017

b) Jean Trouvé, le précurseur.

En abordant l'architecture et l'aluminium, on ne pouvait pas oublier le travail de Jean Trouvé, disciple de l'École de Nancy qui marqua son époque, les années 50, avec son projet de maisons individuelles en préfabriqué destinées à la réalisation en grande série : « habitations nomades » ou « habitations tropicales », à structure aluminium.

Designer également en mobilier urbain, il travailla également à la réalisation de systèmes de brises soleil (1962-65) en aluminium / acier que l'on peut admirer à la cité scolaire de la Dullague à Béziers ou dans des galeries d'art telle que la « Galerie Patrick Seguin » à Paris ou à Londres (Figure 12).



Figure 12 : Brise de Soleil de Jean Trouvé (Courtesy Galerie Patrick Seguin). [2]

c) L'Institut du Monde Arabe où la structure aluminium rime avec précision.

D'un point de vue esthétique et technique, nous avons décidé de consacrer quelques lignes à la façade sud de l'Institut du Monde Arabe (IMA) qui s'apparente à un mur-rideau d'aluminium et de verre, créé par un collectif d'architectes composé de Jean Nouvel, de Gilbert Lezenes, de Pierre Soria et de l'Architecture Studio. Cette façade de 2 000m² est composée de 240 panneaux (ou moucharabiehs) dans lesquels sont placés plusieurs dizaines de milliers de diaphragmes de tailles diverses (Cf. figure 13) qui s'ouvrent et se ferment au gré de la luminosité par le biais de cellules photoélectriques qui pilotent le système toutes les heures pour s'adapter à la luminosité extérieure et créer un jeu de lumière à l'intérieur du bâtiment. Cette œuvre dite « active » rassemble certaines complications d'un mécanisme d'horlogerie et la complexité d'une mosaïque. Jean Nouvel expliquera que « le verre et l'aluminium sont des conséquences du concept qui a présidé à l'élaboration du projet. Le principal matériau du bâtiment est la lumière. L'aluminium nous apporte sa légèreté et sa capacité à jouer avec la lumière et à la réfléchir. S'il est présent de façon aussi importante dans l'Institut du Monde Arabe, c'est en tant que matériau symbole de notre époque. »



JANVIER 2017



Figure 13 : Moucharabiehs : façade de l'Institut du Monde Arabe.

Côté technique, le pari était ambitieux puisque les diaphragmes exposés plein sud sont encastrés entre deux panneaux de verre. L'effet loupe du système, qui en résulte, a nécessité de s'interroger sur les effets de la variation de température sur la mécanique du système. Pour limiter les risques mécaniques associés à la dilatation et au rétreint, il a fallu sélectionner des nuances disponibles sous forme de tôle, apte à la découpe en grande série et possédant un faible coefficient de dilatation. On peut imaginer que le collectif se soit intéressé à l'alliage exotique 4032 (AlSi12,5MgMgCuNi) délivré à l'état T6 (durci par précipitation) puisque son coefficient de dilatation de $19 \mu\text{m}/\text{m.K}$ est le plus faible de l'ensemble des alliages d'aluminium dont la valeur se situe d'avantage autour de $24 \mu\text{m}/\text{m.K}$.

Ce projet qui comporte un nombre de pièces découpées très élevé, nous offre l'occasion de faire rapidement un point sur les procédés permettant des coupes. Pour découper des tôles d'aluminium, on peut utiliser des cisailles à levier ou à guillotine. Pour les grandes séries, on s'orientera vers :

- la presse à découpe, technique similaire à celle utilisée pour les aciers, cependant il faudra veiller à adapter le jeu de découpe aux nuances découpées. Il est généralement moins élevé que ceux utilisés pour les aciers,
- la découpe jet d'eau qui offre l'intérêt de ne pas modifier l'état métallurgique du métal, particulièrement intéressant pour les tôles durcies par précipitation,
- ou la découpe LASER.

d) « La façade Piézoélectrique ».

D'un tout autre genre, mais tout aussi ingénieux, la « Façade Piézoélectrique », présentée par trois jeunes étudiants de l'ENSA Paris Malaquais : Jérémy Richard, Jordan Cieski et Jade Renaut au concours « l'aluminium pour l'éco-design 2015 », est une seconde peau composée d'une multitude de lamelles en aluminium qui s'adaptent à tout type de bâtiment urbain (Cf. figure 14). Ce système permet de créer de l'énergie et avoir une façade artistique en mouvement avec un jeu d'ombres et de lumières dessiné par le vent.



JANVIER 2017



Figure 14 : « Façade Piézoélectrique ». [5]

Chaque lamelle est reliée à un capteur piézoélectrique (Cf. Figure 15) qui, quand elle entre en vibration au moindre souffle de vent, convertit l'énergie mécanique du mouvement en énergie électrique. Les matériaux piézoélectriques (céramiques ou polymères) produisent une tension électrique lorsqu'ils subissent une contrainte mécanique. Le plus connu est le quartz utilisé en horlogerie, il permet d'entretenir les vibrations de base servant à la mesure du temps.

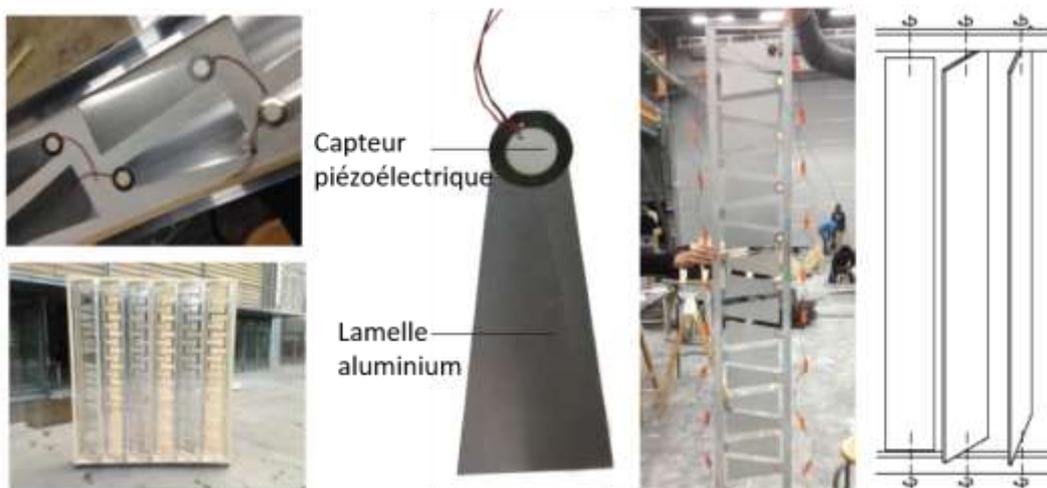


Figure 15 : Principe de fonctionnement du système piézoélectrique. [5]

L'énergie produite peut être stockée ou réutilisée pour les besoins du bâtiment. Esthétiquement, ce projet s'inspire de l'œuvre de Ned Kahn, artiste qui avait déjà utilisé de l'aluminium en lamelles pour



JANVIER 2017

habiller un bâtiment à Minneapolis en 2010. La Façade Piézoélectrique s'inscrit dans la mouvance des bâtiments « à énergie positive », offrant une alternative design aux panneaux photovoltaïques.

Cette technologie a déjà été testée à partir de lamelles en acier inoxydable sur le bâtiment de bureaux à Utrecht au Pays-Bas (réalisé par Cepezed en collaboration avec NedKahn Studios) où sur Le parking d'un aéroport à Brisbane en Australie (Cf. Figure 16).

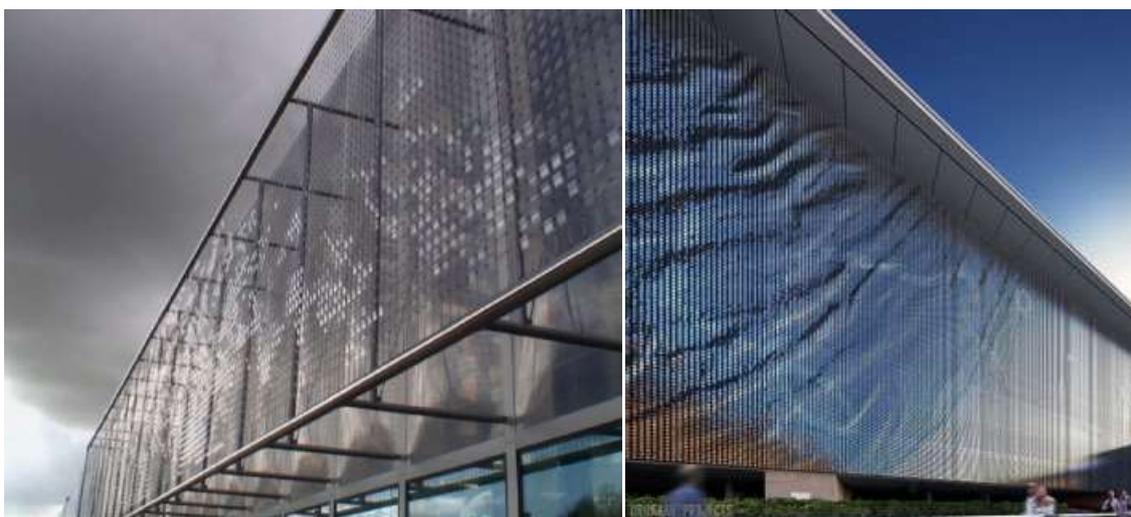


Figure 16 : Façades à lamelles au Pays Bas et en Australie. [6]

Il a fallu faire un choix parmi les nombreuses œuvres architecturales majeures ou avant-gardistes en aluminium, nous aurions pu prendre d'autres exemples tels que le Carré d'Art de Nîmes de Norman Foster, le centre technique du livre de Boissy-Saint-Léger de Dominique Perrault, l'usine l'Oréal d'Aulnay-sous-Bois de Pistre,...

Les perspectives de demain...

Avant de parler de demain et si vous souhaitez approfondir ce sujet, nous vous proposons de vous rendre sur le site internet de la Cité des Sciences en vous rendant à la rubrique « l'âge de l'aluminium » ainsi que sur le site de la fondation belge Maarten Van Severen, très novatrice au niveau des matériaux métalliques.

Vous pouvez également vous rendre sur le site <http://www.concours-alu.com/>. Chaque année, Les industriels européens de l'aluminium organisent le concours d'éco-design à destination des écoles d'art, de design, d'architecture et de technologie afin de promouvoir l'innovation et le développement durable dans l'utilisation de l'aluminium dans le design.

Cette thématique « aluminium, design et fabrication » nous a permis de comprendre l'existence de liens très étroits entre le monde de l'art et celui de la production industrielle et ses procédés de fabrication.



JANVIER 2017

Comme le soulignait Michael Young, il y a peu de temps, au journal Le Monde (Mars 2016), il « ... pratique le design comme un art industriel, à l'échelle de la production de masse, pas de l'édition limitée. L'aluminium, malléable et durable, permet cela ». On comprend mieux l'attrait que peuvent avoir certains designers face aux nouveautés technologiques que nous vivons dans l'industrie, tant au niveau des alliages d'aluminium, qu'au niveau des techniques de fabrication (mise en forme, assemblage, traitement de surface,...)

On dit que l'avenir est souvent le présent de certains qui travaillent dans des laboratoires ou au sein de collectifs de créateurs, cela se vérifie pour les designers attachés à l'aluminium.

Certains travaillent à rendre les matériaux métalliques « souples », tout comme des verriers ont voulu donner une apparence souple à un matériau rigide, c'est dans cette optique que des designers ont incorporé des matériaux rigides dans des tissus. L'artiste contemporain japonais Junichi Arai qui est à l'avant-garde du design textile moderne, utilise des images virtuelles par ordinateur et des matières métalliques pour créer des tissus originaux et attrayants. Il a réussi à aluminiser sous vide un film de polyester pour le dissoudre ensuite dans une solution diluée d'alcali.

Nous ne pouvons pas conclure cet article sur l'aluminium et le design **sans aborder le recyclage**. Il est importante de rappeler que 100% de l'aluminium trié est recyclé pour être réutilisé soit pour des pièces moulées dans différents secteurs d'activités (carter moteur dans l'automobile, cadre de vélo, lampadaire, radiateur, semelle de fer à repasser,...) soit comme emballage, avec comme principale exemple la canette de boisson. En parlant de ce produit, soulignons la créativité de certains artistes comme Galaad Thévenard qui réalise de multiples objets à partir des systèmes d'ouverture des canettes (Cf. figure 19) [8].

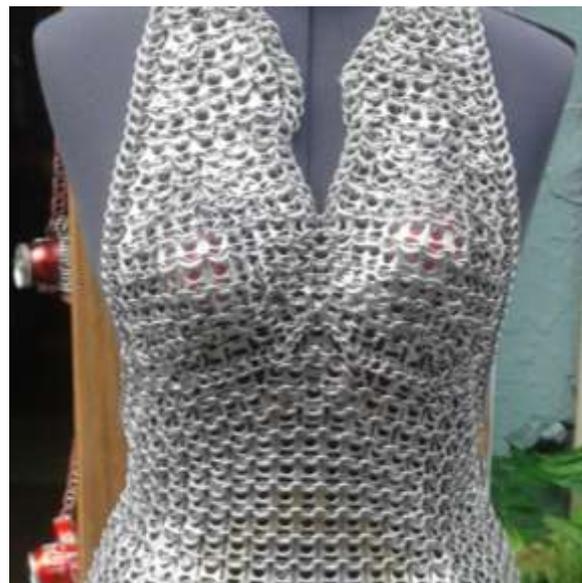


Figure 19 : Robe de Galaad Thévenard. [8]

En matière d'art, si chaque époque marque son temps, alors chaque nouveau procédé de fabrication et nouveau matériau marquera le design.

Nous remercions Michael Young, l'équipe de LaBel Recup, ainsi que la galerie Seguin pour l'autorisation qu'ils nous ont procurée à utiliser les photos de leurs objets (ainsi que le site : Paris 1900 l'art nouveau [7]). Nous tenons également à remercier l'ensemble de l'équipe organisatrice du concours « l'Aluminium pour l'Eco-design » pour les informations communiquées.

*Nous en profitons également pour féliciter les lauréats du concours 2016 : Anne-Sophie de Lafaye Cariven (Projet **GYS**), Jonathan Omar (projet **Marmaros**), Marie-Marie Dutour et Antoine Defour*



Janvier 2017

(projet **L'Équilibriste**, photo de gauche du bandeau), et également ceux de 2015 : Jérémy Richard, Jordan Cieski et Jade Renaut (**Projet Façade Piézoélectrique**), Maureen Barbette (**projet Kali**, photo centrale du bandeau).

Bibliographie et références :

- [1] : Robe Paco Rabanne, cliché Keystone Features (N° 91656070), collection Hulton Archive.
- [2] : Exposition « al(l) » de Michael Young au Centre de l'Innovation et du Design (Belgique - 2016).
- [3] : Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium.
- [4] : Dossier de presse des Pays de la Loire : Technocampus Nantes.
- [5] : Dossiers de presse 2015 / 2106 du concours « Aluminium pour l'éco-design ».
- [6] : Tugdual Loyer, Robert Eroy « Etude de l'effet piézoélectrique : un matériau intelligent », Division Matériaux pour l'écoconception, séminaire de recherche 2015-2016
- [7] : <http://paris1900.lartnouveau.com/index.htm>.
- [8] : Œuvre Galaad Thévenard présentée à LaBel Récup, Paris 11 (www.labelrecup.com).