

Guillaume LECTEZ
Mastère Création et
Technologies Contemporaines
ENSCI-Les ateliers
2016

Le choix de la forme d'un objet électronique





Projet de Design d'un poste radio inspiré par Dieter Rams, L'op1 synthétiseur par Jonas Ekholst designer Suédois.

Sommaire

Introduction

Les Objets électroniques

- 1.1. L'électronique d'hier et d'aujourd'hui11
- 1.2. L'ordinateur au service de la conception24
- 1.3. Les objets électroniques et la forme30
- 1.4. Le choix des matériaux44

Regards croisés sur la conception

- 2.1 L'ingénierie des principes inventifs et rationnels53
- 2.2. L'électronique un autre design69
- 2.3. Le Design une approche innovante non techniciste78

Conclusion

Bibliographie

Remerciements

Introduction

Depuis bientôt un siècle, l'électronique s'est infiltrée dans les objets qui nous entourent. Dans nos poches, dans nos maisons, sur nos bureaux. Même nos animaux et nos plantes peuvent en être équipés.

Quelles formes adoptent-ils ? Qui ou quoi pilote le choix de l'enveloppe de l'appareil électronique que vous allez devoir installer dans votre salon ? Quelle place est réservée à l'électronique dans l'objet ? Est-ce l'électronique ou son enveloppe qui pilotera le projet de conception ?

Le Design, l'Ingénierie, le numérique, l'informatique, l'art, l'économie, le marketing, les ressources naturelles, la matière, la culture sont tous des paramètres à prendre en compte pour déterminer les raisons de l'existence et de la forme que prennent et prendront les objets.

Beaucoup de questions soulevées et de paramètres à prendre en compte pour essayer d'y répondre en partie. Pour se faire, nous allons étudier les différentes technologies de l'électronique. Mais aussi celles de la matière, et des techniques de fabrication.

Au cœur du sujet, il faudra s'intéresser au rapport de force existant entre l'électronique et son hôte. Qui a ou doit avoir la priorité sur l'espace occupé et les formes imaginables pour l'un et pour l'autre. Nous nous pencherons sur des objets que nous prendrons le temps de visiter dans leurs volumes et formes.

Il existe une infinité de processus menant à la création des ces appareillages. Les chemins empruntés pour aller de l'idée à l'industrialisation d'un produit sont nombreux. Cependant il existe des schémas établis suivis de plus ou moins prêts par beaucoup de concepteurs et fabricants. Je vais synthétiser les pratiques de l'ingénierie électronique, du design et des quelques autres acteurs qui prennent part aux phases de développement d'un produit. Cela nous permettra d'établir les influences de chacun de ces métiers sur la forme finale.

Prototypiste Designer dans une équipe de R&D dans un grand groupe, j'étais principalement chargé de concevoir et penser des objets électroniques répondant aux problématiques des équipes de terrain (chantiers, industrie, tertiaire, téléphonie). J'avais plusieurs

missions dans le développement des produits que nous étions chargés de concevoir : leur design en terme de forme. Choisir une solution électronique de développement simple et rapide pour prototyper. Rédiger le cahier des charges au vu des études réalisées sur les prototypes pour une éventuelle industrialisation.

L'équipe était essentiellement composée de développeurs informatique et d'ingénieurs électroniciens. Une méthode s'est peu à peu infiltrée dans notre façon d'aborder les nouveaux projets depuis quelques années maintenant. Au point de devenir une règle de base dans notre mode opératoire : La méthode agile. Même si à l'origine cette méthodologie de projet est orientée informatique, nous avons pris l'habitude (par nécessité ?) de travailler ainsi sur l'ensemble de nos projets. Qu'il s'agisse d'un programme, d'une architecture informatique à livrer ou d'un produit tangible à fabriquer.

Nous avons, comme le demande le cahier des bonnes pratiques du Manifeste Agile, travaillé de plus en plus conjointement avec nos clients/demandeurs pour effectuer des allers et retours nombreux tout au long de nos projets. Si pour les informaticiens il était relativement aisé de fournir des prototypes logiciels régulièrement, de garder ces logiciels pour les faire évoluer jusqu'au produit final, j'ai du, de mon côté, trouver des solutions pour travailler parallèlement et à la même vitesse sur la conception du hardware, aussi bien au niveau de son enveloppe, que dans son cœur électronique et des fonctionnalités en découlant.

J'ai profité de l'apparition de machines numériques abordables, et surtout à des formats permettant de les installer dans nos bureaux et non plus dans des ateliers, pour mettre en place des méthodes me permettant de travailler conjointement avec le reste de l'équipe. De travailler méthodologiquement à la conception des prototypes pour pouvoir les réutiliser en phase de fabrication industrielle sans trop de changements. L'impression 3D, le fraisage numérique, et une bonne station de soudure électronique m'ont permis de fabriquer in situ la plupart des prototypes que nous imaginions durant les 7 dernières années.

Et grâce à une évolution majeure de l'industrie, la mise à disposition de nouveaux outils de fabrication, de nouvelles méthodes très orientés numérique et d'internet, de nombreux schémas de conception ont changés. Le passage de la phase de prototype vers un produit final

en est grandement simplifié pour celles et ceux qui en ont trouvé la route.

Un accès facilité à la fabrication. De nouveaux processus dans la création. De nouveaux types de concepteurs. La naissance de communautés. Des moyens techniques et logistiques inédits. Sous quelles formes se présentent et se présenteront les objets électronique que nous manipulons tous les jours ?

CHAPITRE 1

Les Objets électroniques

Nous allons dans ce chapitre, parcourir l'évolution de l'électronique depuis sa création, puis décrire l'apparition de l'informatique outil devenu incontournable. Nous étudierons quelques exemple d'objets électroniques, leurs formes et le rapport entre le contenant et le contenu. Nous ferons enfin, un petit détour sur le sujet des matériaux et principalement ceux appartenant à la famille des plastiques.

Ci-contre :

Numéro de série #001 du
Shruthi1 synthétiseur vendu en
kit par Mutable-Instruments.
Assemblé par mes soins.

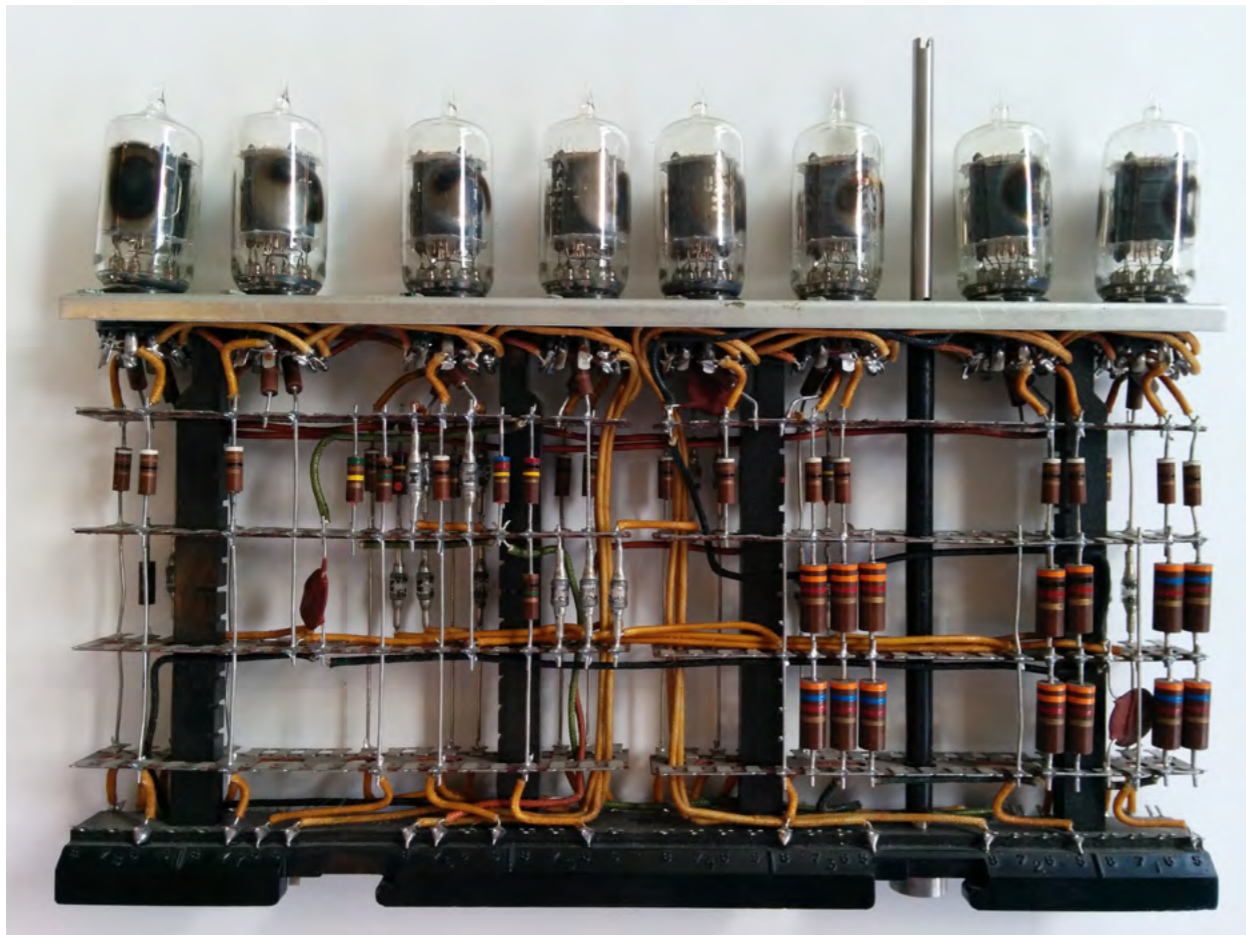
1.1. L'électronique d'hier et d'aujourd'hui

Je ne suis pas historien, et tel n'est pas le sujet de ce mémoire. Cependant, pour apporter certaines réponses sur les questions que soulève cette étude, nous allons tout de même jeter un regard sur l'invention et l'évolution de l'électronique. Sur les événements majeurs, qui auront influencé, et pour certains qui influencent toujours, la forme, le volume, la typologie des objets qui nous entourent.

Les débuts de l'utilisation de l'électronique, hors expérimentations, sont généralement datés de 1904. Année durant laquelle le premier tube électronique a été conçu par John Ambrose Fleming. Lui même inspiré par les travaux d'Edison, qui 20 ans plus tôt, en découvrit le principe de fonctionnement par hasard en essayant de parer à un problème induit par son filament dans son invention autrement plus célèbre qu'est l'ampoule. Les tubes, aussi appelés plus communément lampes, marqueront à jamais le monde de l'électronique et des objets en résultant. Depuis cette époque, nous nous sommes entourés d'appareils contenant de l'électronique. Et ce quelque soit l'environnement dans lequel on se trouve. Intérieur, extérieur, dans les airs, sous l'eau, à la maison, au travail.

Les deux premières guerres mondiales ont réellement été les événements déclencheurs d'un développement exponentiel de l'appareillage électronique. Les transmissions radio lors de la première. Puis lors de la seconde, ce sont les radars embarqués et les transmissions sans fil longue distance qui ont fait leur apparition.

C'est après la première guerre, que la production d'objets électronique à réellement débuté. A cette époque, seuls les appareils d'imagerie radiologique ont été fabriqués de manière industrielle. Ce n'est pas par cette voie que cela s'est passé pour les premiers appareils grand public comme les TSF. Dans un premier temps, ce sont des artisans, dans de petites manufactures qui s'en sont chargés. Ils allaient se fournir en pièces détachées dans des centrales de distribution, puis s'occupaient de l'assemblage électronique eux même (ce qui n'était pas un gage de stabilité en termes électroniques, les composants comme les lampes n'étant pas forcément très stable par essence).



Module logique à lampes d'un calculateur de la série 700 d'IBM 1952 (Wikipédia)

Mais pour la question qui nous intéresse : la forme, cela nous permet de comprendre un peu mieux pourquoi la plupart des radios et postes de télévisions étaient de très jolies pièces d'ébénisterie, et que l'on emballait l'électronique dans des formes plus ou moins déjà existantes comme de simples commodes ou autre consoles.

Et comme on le constatera à l'intérieur de ce meuble ci-contre, l'agencement de l'électronique est simplissime, non optimisé (en termes d'espace, et d'acoustique). On profitait alors de volumes rectangulaires propices à accueillir des systèmes électroniques implantés sur des surfaces planes et de ce fait facilement fixables.

On peut imaginer un mode opératoire qui consistait à faire les plans d'un meuble dans lequel on laissait un vide suffisant et nécessaire pour y apporter les éléments électriques et électroniques.

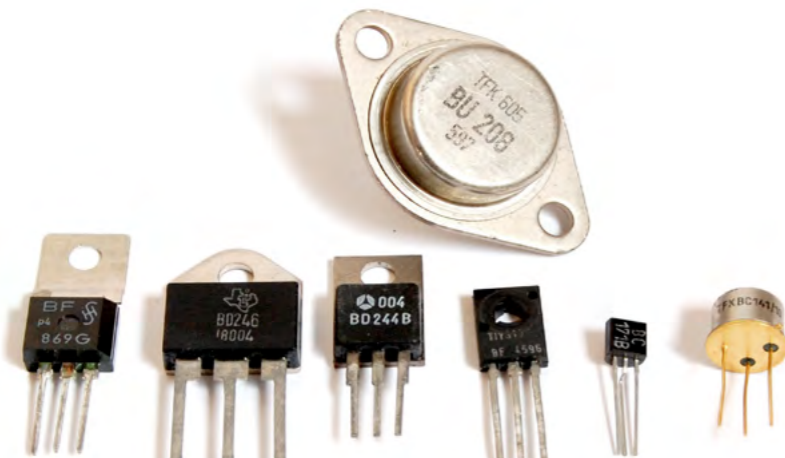
Il n'existe pas de tension entre l'objet et son occupant (la partie électronique). Le meuble semble construit autour de celle-ci, de façon à avoir de la place pour les atteindre aisément.

Sur la face avant, les contrôles sont rudimentaires, généralement quelques potentiomètres : marche/arrêt et volume sur l'un, graves/aigus sur un second, sélection du type d'ondes et sélection de la fréquence. Un retour visuel sur un petit écran, dans le style d'un abaque vous permettant de voir sur quelle fréquence vous vous trouvez.

D'ailleurs quand je démonte à titre personnel ce genre de poste, je suis toujours fasciné par l'ingéniosité de la mécanique mise en place pour réussir à faire bouger l'aiguille. Systèmes généralement constitués de petites poulies, des ficelles, en lieu et place de courroies, d'ingénieux pliages, filetages et assemblage de petites pièces en laiton.



Radio Stewart-Warner modèle R-104-A 1931



Différents modèles de transistors.

Mais cette façon artisanale de fabriquer des objets ne durera pas très longtemps. Plusieurs raisons à cela:

- Le besoin d'industrialiser pour combler une demande croissante.
- L'apparition de nouveaux matériaux.
- Et dans ce contexte électronique c'est surtout l'apparition d'un composant majeur inventé en 1947 qui va remplacer quasiment toutes les lampes : **le transistor**.

Ce petit boîtier (souvent) noir avec trois pattes, va révolutionner le monde de l'électronique et des objets en contenant. Il va apporter de la stabilité, et des possibilités techniques infinies. Mais il va surtout permettre très rapidement une miniaturisation incroyable de l'électronique en elle-même.

Sans entrer dans tous les détails historiques et virer dans les extrêmes de ce qu'il est possible de faire de nos jours, prenons en exemple un des premiers objets électroniques fabriqué industriellement à grande échelle. Et qui existe encore de nos jours pour être capable d'établir un point de comparaison. Le Talkie Walkie.

Inventé en 1937, Motorola en commercialise une première version en 1940, avec un sac à dos pour transporter le système et les batteries. L'ensemble pesait 15kg et avait une portée de 5km environ.

Soixante quinze années plus tard, en restant chez le même fabricant, en prenant un modèle de gamme standard, nous arrivons à un appareil d'un poids d'à peine 250g qui tient aisément dans une poche avec une portée de 10km (et de nombreuses autres fonctionnalités).

Un rapport de 60 pour la différence de poids, et comme on le voit sur la photo de 1940, 2 opérateurs étaient nécessaires pour l'utilisation.

En termes de technologies, ne parlons même pas de nos téléphones avec lesquels nous pouvons communiquer d'un bout à l'autre de la planète, en étant simplement identifié par une adresse IP et ce même par vidéo...

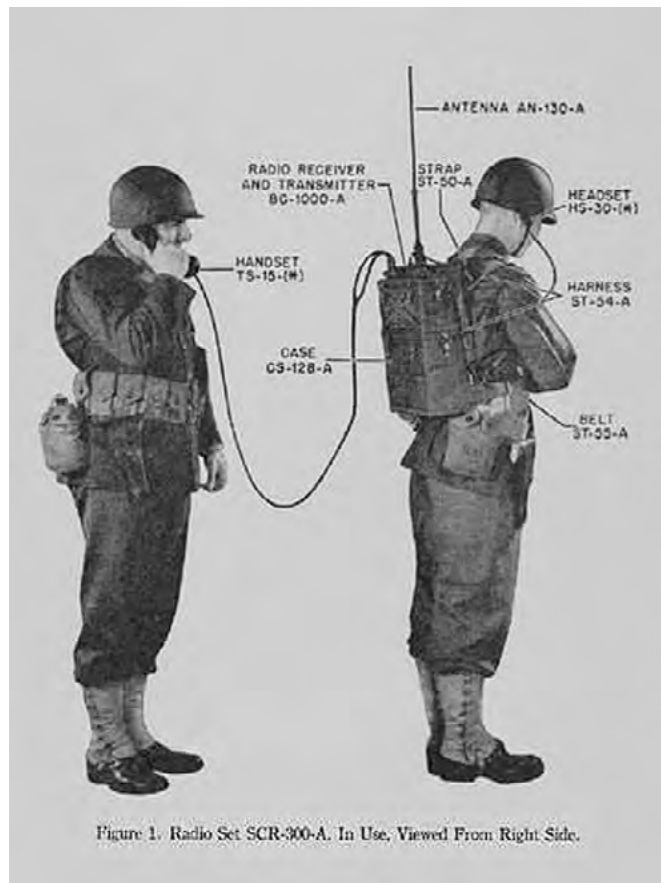


Figure 1. Radio Set SCR-300-A. In Use, Viewed From Right Side.

Photo publicitaire Motorola 1940



Motorola.com 2016

Les exemples illustrant cette miniaturisation sont infinis. Les ordinateurs et leurs microprocesseurs sont les exemples les plus employés aujourd'hui. La fameuse Loi De Moore énoncée en 1965 par Gordon E. Moore un des fondateurs d'Intel. Cette loi ou plutôt cette extrapolation empirique (Wikipédia) prédisait une multiplication par 2 tous les 2 ans du nombre de transistor gravés sur un seul microprocesseur. Et cela c'est vérifié depuis 1971 jusqu'à nos jours avec un essouffement depuis 2009 seulement. En 1965, le nombre de transistors gravés était de 64. En 2009, nous en étions à 750 millions environ.

Cela a-t-il eu un impact sur la forme elle-même de l'électronique? Bien évidemment serais-je tenter de répondre. Mais à quoi ressemble un système électronique? Que renferment les objets que nous manipulons quotidiennement désormais? A ces 2 dernières questions, j'ai très rapidement à l'âge de 7 ou 8 ans tenté d'y répondre par moi-même.

Et ce Au grand désespoir de mon père à qui j'empruntais très régulièrement ses derniers gadgets tel que son premier Walkman. Que je me suis empressé de démonter pour en analyser la mécanique et son électronique (visuellement). N'arrivant généralement pas à les remonter entièrement, je gardais les composants, comme les moteurs ou autres diodes. Je m'amusais ensuite à les alimenter avec de simples piles, et créer des petits robots en carton motorisés. Malheureusement les appareils photo numériques n'existaient pas à l'époque, et mon père n'était pas forcément d'humeur à immortaliser mes créations par la prise d'une photo argentique. Heureusement pour lui, j'ai vite appris à reconnaître un objet démontable pouvant être remonté, d'un objet qui lui ne le pouvait pas (points de colle, clips qui ne s'enclenchent qu'une seule fois, si démontés, il y a rupture...).

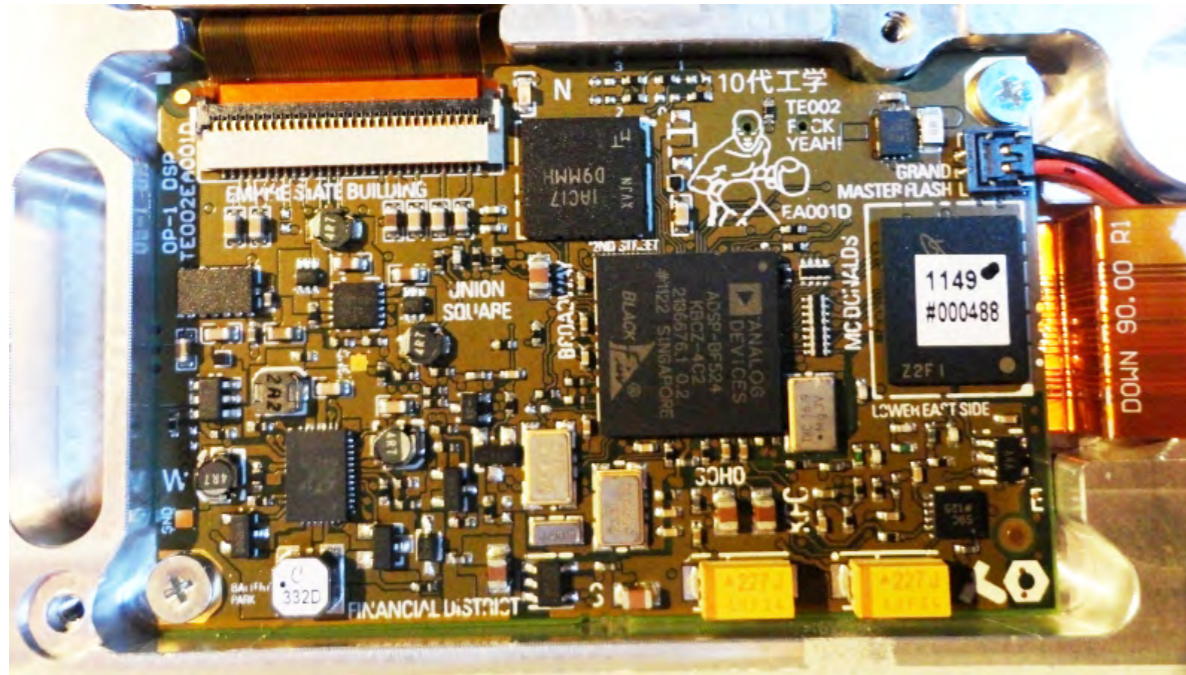
L'expérience des Lego Technic ou autres Mécano dès le plus jeune âge laisse des traces.



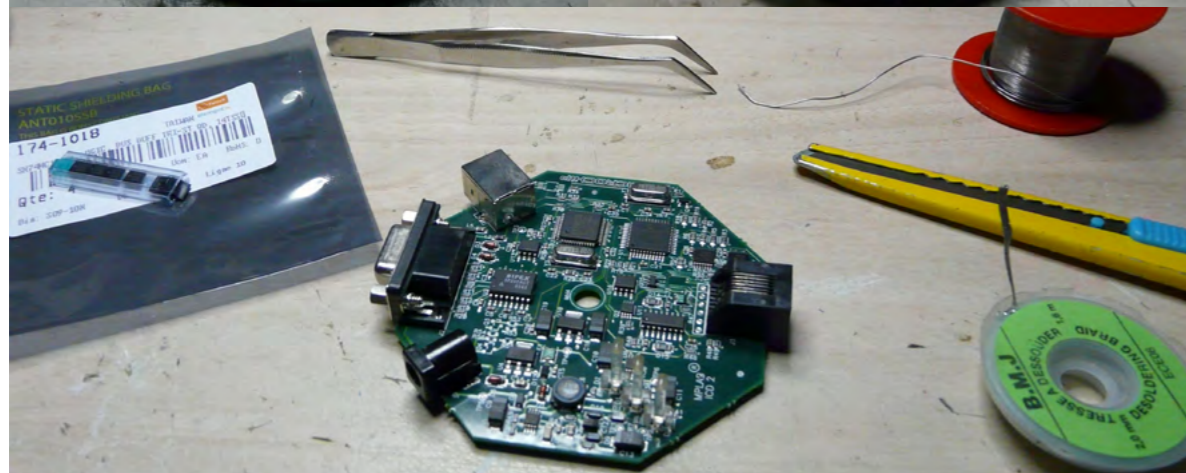
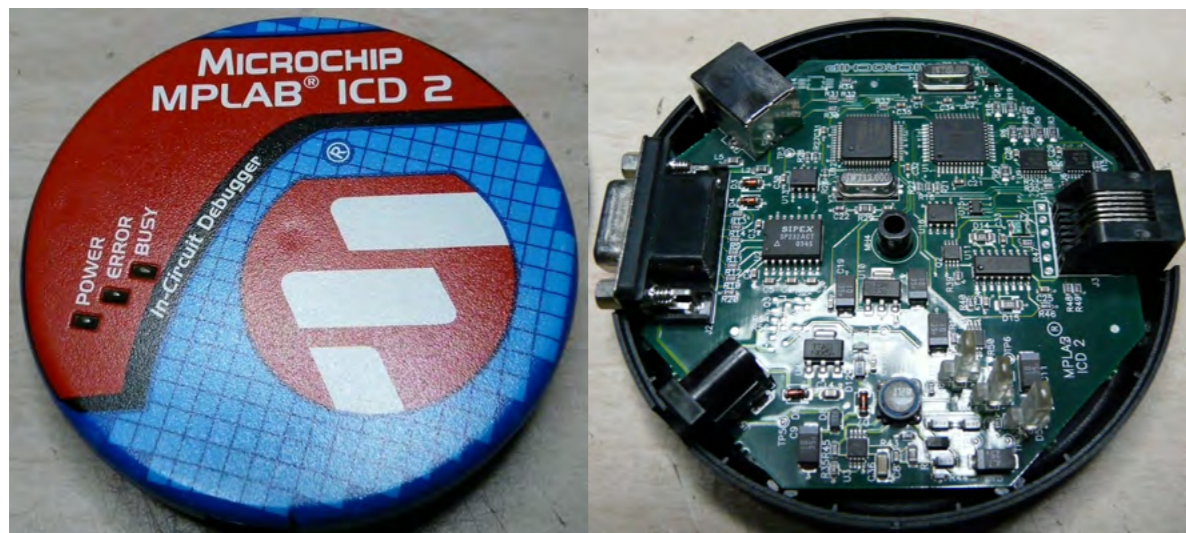
Walkman Sony 1979



Ipod Nano 6G Apple 2015



Carte mère OP1 par Teenage Engineering



Debugger Microchip

Revenons-en à la question initiale. Que renferment nos appareils électronique?

Généralement, on trouvera ce qu'on appelle un circuit imprimé que l'on nommera carte mère quand celui-ci est équipé d'un microcontrôleur ou d'un microprocesseur.

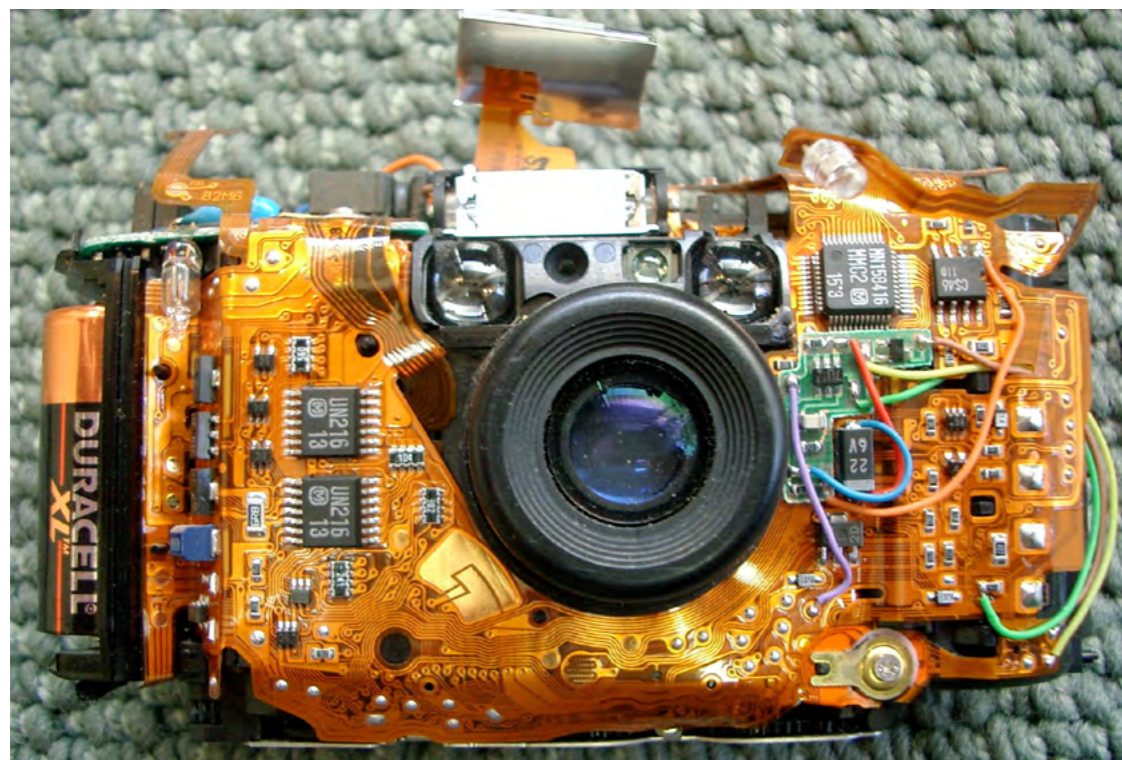
Sur la photo ci-contre, Teenage Engineering en décorant leur carte mère comme une ville nous permettent de faire une métaphore assez simple expliquant le principe général : Sur leur carte mère, les composants, représentent les bâtiment de Manhattan Island. Chaque partie de la carte correspond à un quartier. Tous ces bâtiments sont reliés entre eux par des routes. Et bien, c'est comme cela que cela se passe sur un circuit imprimé. Des composant sont posés sur une carte, dans chaque composant il y a une activité, cette activité donne lieu à des échanges entre les différentes régions de la carte. Pour circuler, les informations échangées passent par des pistes, que l'on nomme aussi routes. (La photo n'est pas forcément de haute qualité, mais ce n'est pas évident de bien photographier quand vous démontez votre synthétiseur préféré, je n'ai pas perdu mes habitudes d'enfance).

Le circuit imprimé est utilisé dans presque tous les appareils électroniques, de l'ordinateur aux appareils électroménagers, en passant par la simple lampe de poche à LED. Ce support, qui se présente généralement sous la forme d'une plaque en matière isolante, assure la liaison électrique entre différents composants électroniques et connecteurs soudés sur des pistes conductrices en cuivre (c'est moins joli que la métaphore précédente à écrire).

Servons nous d'un autre atelier démontage pour analyser de plus prêt ce que représente un circuit imprimé en terme de volume et d'occupation et d'en donner un aperçu plus clair qui nous servira plus tard.

Voici les photos d'un débogueur ICD2 de Microchip (petit appareil permettant de programmer des microcontrôleurs depuis un ordinateur), fermé puis débarrassé de son emballage.

On aperçoit sur le circuit imprimé des composants et des connecteurs. Ce circuit est d'un type assez classique, une surface plane, recouverte de composants, en majorité de faible hauteur, c'est pourquoi quand nous aborderons la question d'association entre le système



Un appareil photo Olympus Stylus (source Flickr Steve Jurvetson)

électronique et son emballage, nous ne pourrions pas raisonner en deux dimensions, mais effectivement considérer cet ensemble comme un volume à intégrer.

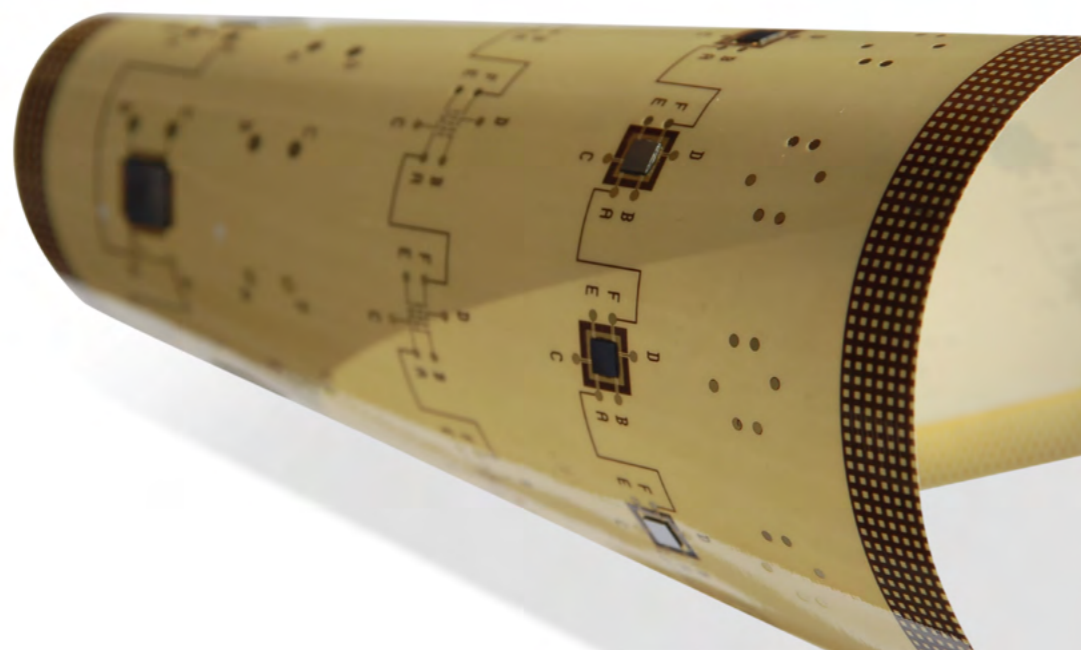
Nous pouvons apercevoir sur cette carte deux types de composants de taille significative par rapport au reste et qui plus est très importants en terme de design : les connecteurs, qui permettront de connecter ce boîtier avec le monde extérieur (alimentation, et échange de données avec d'autres appareils électroniques), et trois LED, verticales et rectangulaires, qui représentent le système choisi pour communiquer des informations visuelles à son utilisateur. Que cela soit pour l'ergonomie, l'usage ou/et la forme, ces données d'entrée seront très souvent capitales, dans le processus de design d'un appareil, et seront très influentes sur le dialogue qui amènera au choix de la forme à adopter.

Aujourd'hui, d'autres techniques sont disponibles pour faciliter l'intégration de systèmes électroniques complexes dans des espaces pas forcément accueillants au départ. Une de celles-ci est très employée de nos jours dans l'industrie actuelle : Les circuits imprimés souples.

Cette technologie est très intéressante pour le sujet qui nous occupe. En effet voici une liste non exhaustive de ses avantages en comparaison de circuits imprimés standards :

- réduction du nombre de connecteurs
- réduction du poids et du volume
- intégration d'une fonction électronique
- tenue en flexion dynamique et/ou aux vibrations
- plus grande liberté globale de conception
- résistance à haute température en continu
- répétitivité et simplification du câblage
- fiabilisation du produit

Prenons l'exemple d'un écran d'ordinateur portable. Il doit pouvoir pivoter tout en restant connecté au reste de l'ordinateur. Passer autant de câbles que nécessaire et suffisamment solides pour encaisser des flexions à répétition serait quasiment impossible. La finesse et la souplesse des polyamides utilisés (Kapton), eux résolvent



PCB souple de chez Würth Elektronik's

cette problématique.

Cette technologie est très avantageuse aussi, voir même obligatoire dans les objets qui embarquent beaucoup de technologie comme les Smartphones, ou tout autre appareil sophistiqués compact comme les appareils photo numériques. En moyenne cette technologie peut aujourd'hui permettre de gagner environ 75% de volume comparé à des technologies plus standard (données fabricants). Bien entendu, cela a un cout. Mais qui se justifiera selon certains critères comme la simplicité d'assemblage, ou des contraintes mécaniques et volumiques à respecter.

Cette miniaturisation, ces changements de formes que prennent les composants d'aujourd'hui n'ont pas fini d'évoluer. Les laboratoires de recherche disposent déjà de technologies qui ne sont pas encore mises à disposition de l'industrie.

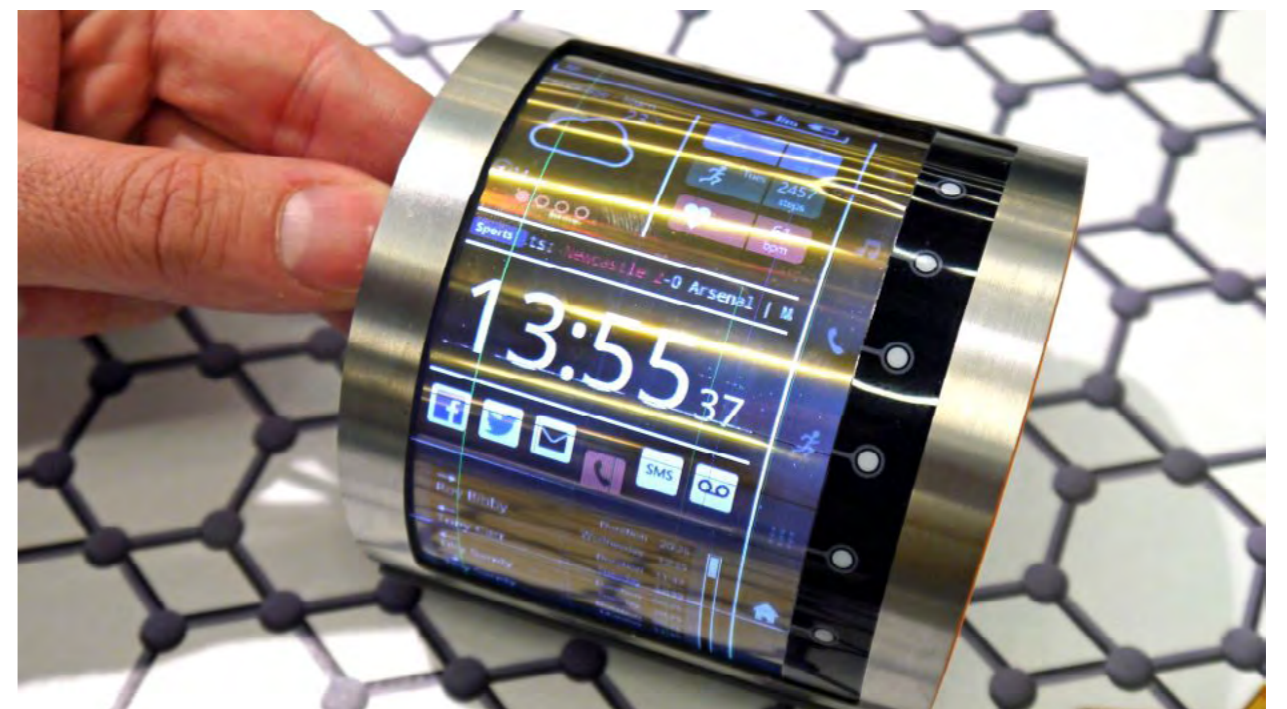
Jusqu'à maintenant essentiellement basés sur des composants à base de silicium, l'électronique voit arriver des composants organiques. Certains sont déjà en production industrielle comme les écran OLED (Organic LED). Nous avons aussi les encres électroniques qui permettent de penser l'électronique non plus en 3 mais en 2 dimensions.

Les écrans souples pointent le bout de leur nez, grâce à un matériaux qui a le vent en poupe dans le monde de l'électronique: le graphène. Composé de carbone pur, plus résistant que l'acier, matériau le plus conductible électriquement connu à ce jour. Cela ajouté aux transistors souples sur lesquels le CEA et le CNRS travaillent de front, cette matière à elle seule, en termes de formes, de design produits pourra être la source d'une révolution dans le monde des objets.

Les designers ont aussi pour rôle d'étudier tout cela, afin que bon usage en soit fait. Trouver des concepts utiles et innovants pour convaincre les industriels d'investir dans leur mise en production.



Capteurs de pressions, piezo et divers composants électroniques imprimés par jet d'encre par la société Arkema.



Prototype opérationnel présenté par la société Flexenable au World Mobile Congress 2016

1.2. L'ordinateur au service de la conception

Face à tant de complexité à prendre en compte lors des développements il est légitime de se demander quels outils peuvent nous aider à concevoir un objet électronique. La réponse est un autre objet électronique. L'ordinateur.

Un projet commencera souvent à l'aide de techniques classiques telles que le dessin à main levée ou la sculpture. Mais très rapidement, ces éléments seront numérisés et seront le point de départ de la vie numérique d'un objet destiné à prendre une forme tangible dans une étape plus lointaine qui sera sa fabrication.

Il y a quelques temps, un de nos professeurs nous a emmené faire une visite au musée des Arts et Métiers. Emmerveillé par ce parcours temporel dans l'univers des inventions, mon cœur s'est réchauffé à l'approche d'un objet en particulier, que je me suis empressé d'immortaliser.

Un Sinclair ZX81 ! Mon premier micro ordinateur, le Graal. 1Ko de mémoire vive. Je devais le brancher à mon radio cassette Toshiba, (et c'est là que l'on se rend compte que Google est très (trop) puissant, car en moins de 3 min j'ai réussi à trouver une photo du dit poste!)

En ces débuts de l'informatique personnelle, vous possédiez un ordinateur, un système d'exploitation vous permettant de dialoguer avec l'ordinateur, d'un langage de programmation et c'est à peu près tout. Les Interfaces Hommes Machines consistaient généralement en un clavier pour l'envoi de données vers l'ordinateur, et un branchement sur votre téléviseur pour une restitution visuelle de celles-ci.

Tout restait à inventer, les usages en premier lieu. Ceux qui allaient pouvoir aider l'homme. Il fallait écrire les programmes qui automatiseraient des tâches et exécuteraient des calculs à notre place.

L'utilisation principale d'un ordinateur, dès sa mise à disposition, revenait donc à créer. Certes, avec des langages spécifiques, mais il fallait forcément écrire ses propres programmes pour que l'ordinateur nous soit utile et devienne productif.

L'électronique avançant à grands pas, l'informatique s'est développée de manière exponentielle. Sont arrivés des ordinateurs plus puissants (je parle là de l'évolution de l'informatique personnelle en France): Thomson, avec sa gamme MO5, T07 (processeurs Motorola), Amstrad CPC et Commodores (ZX et MOS Technology), Atari ST et Amiga (Motorola), et « enfin » les « PC », ordinateurs génériques basés sur des



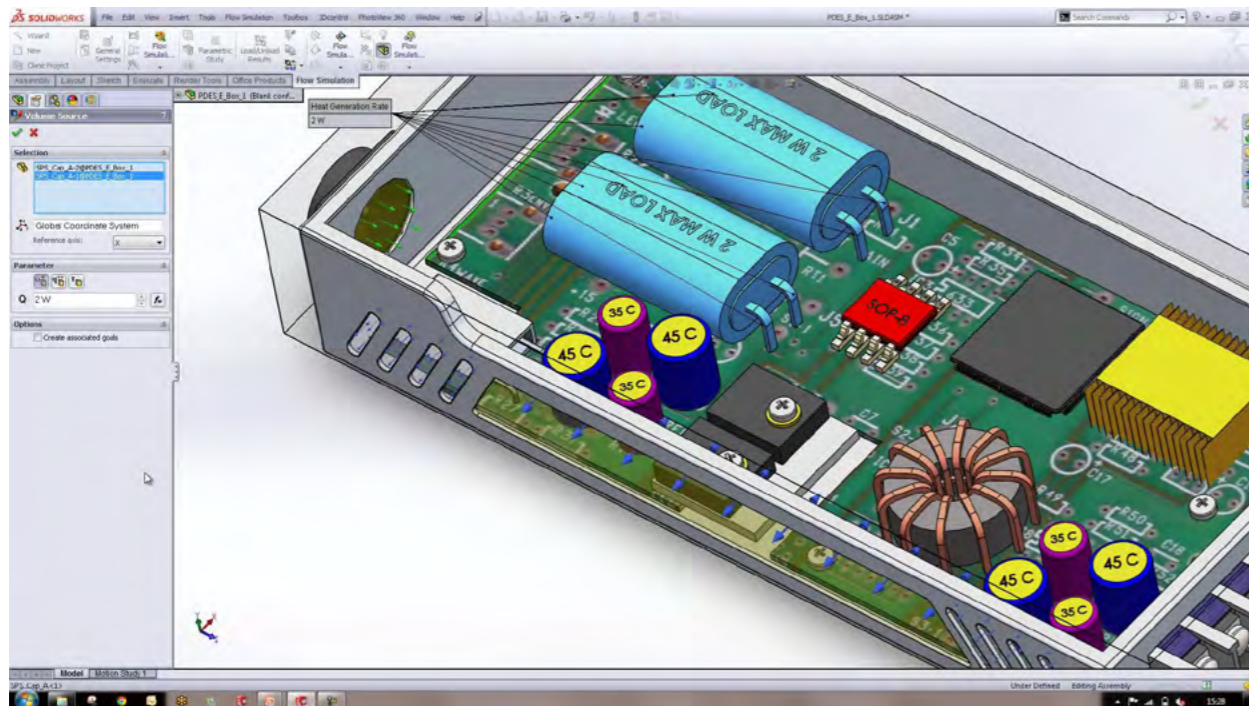


microprocesseurs Intel et utilisant quasiment tous le même système d'exploitation MS-DOS. En parallèle de tout cela bien évidemment l'univers Apple a mené une aventure que nous ne développerons pas.

Avec toutes ces avancées, je pouvais développer des programmes de plus en plus intéressants, et interactifs. Je me rappelle d'un programme réalisé en BASIC (non standard) de Thomson sur le TO8 familiale, un programme qui me dessinait un petit clavier de piano à l'écran. Qui produisait les tonalités correspondantes à ce piano quand je venais appuyer sur les touches grâce au stylo optique, interface homme machine chère à Thomson.

Plus tard, avec l'arrivée des Atari et autre Amiga, j'ai commencer à m'intéresser de plus près à la création musicale numérique, et à la création d'images en 3 dimensions. Cela a été un grand virage pour mon mode d'utilisation de l'informatique. Beaucoup de gens très doués produisaient de plus en plus de logiciels très performants et à un niveau de complexité que je n'atteindrai jamais.

C'est pour moi, le démarrage du vrai succès et de la démocratisation de l'utilisation de l'informatique par l'Homme. Plus besoin d'être un développeur informatique pour produire ses propres programmes, pour faire exécuter une tâche souhaitée à l'outil informatique. Des sociétés de développeurs vous fournissent des outils pour vous aider à cela. Le micro ordinateur, outil dans un premier temps, devient l'hébergeur et coordinateur d'autres outils, qu'ils soient logiciels ou matériels.



Simulation thermique d'un circuit électronique sous Solidworks

"La diffusion des ordinateurs personnels et le développement des interfaces graphiques, toujours plus intuitives, sembla promettre à un grand nombre de professions de nouveaux outils de travail aux fonctions inédites."

(Antoine LOISON DESIGN & REVOLUTIONS NUMERIQUES)

En parallèle des avancées technologiques matérielles de l'informatique, une industrie du logiciel s'est aussi mise en place. Désormais, l'ordinateur et les logiciels de conception sont devenus incontournables.

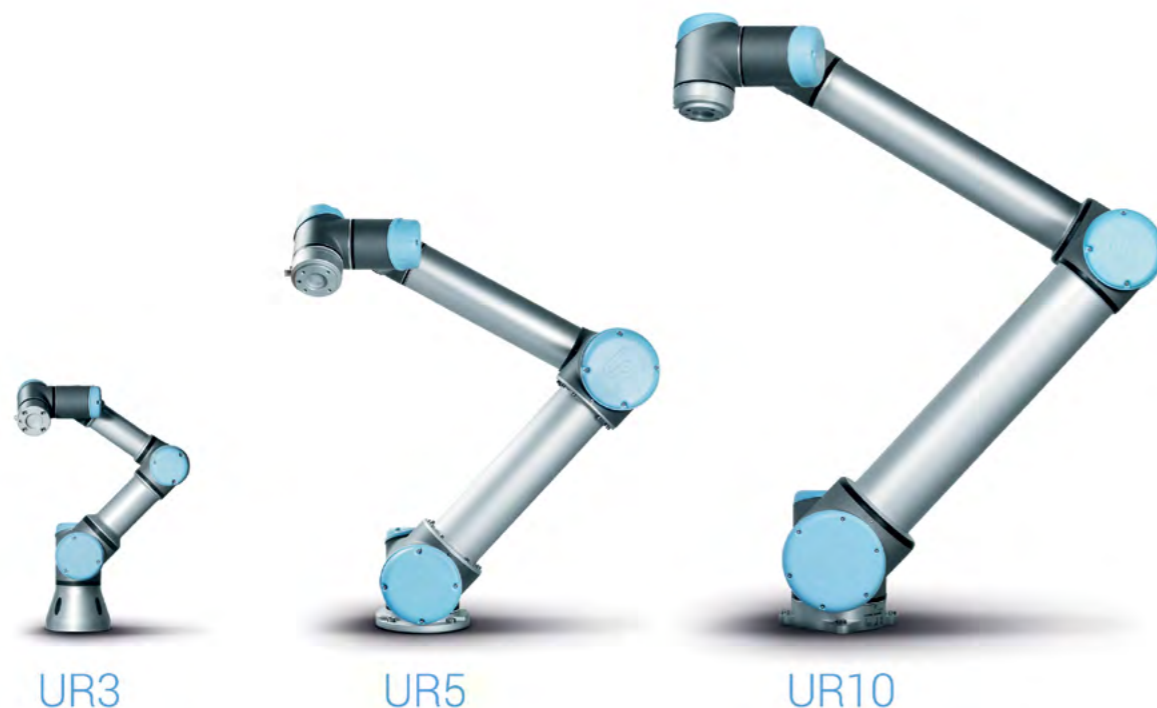
Un objet électronique, dans 99% des cas prendra vie de façon virtuelle bien avant de devenir tangible. C'est ce que Chris Anderson nomme le passage des bits aux atomes dans son livre *Makers*.

L'outil informatique permet aujourd'hui de donner vie à un concept dans un monde créé par l'homme mais qui n'est pas le sien.

On peut simuler, représenter, faire interagir, des objets dans ce monde, pour anticiper son arrivée sous forme matérielle dans notre environnement. Pour les objets électroniques, des simulateurs nous permettent d'étudier le dégagement de chaleur de chaque composant, de matérialiser visuellement les flux d'air. Cela nous influencera dans la forme à donner et les matériaux à adopter pour créer un objet.

Tout cela revient à dire qu'un objet électronique, existe désormais sous forme de fichiers numériques avant même d'avoir une réelle matérialisation. C'est là que l'ordinateur, encore, entre en jeu. Pour le passage de l'existence numérique vers une fabrication réelle, c'est lui qui va converser avec les machines de production. C'est à l'aide d'ordinateur désormais que l'on pilote les machines outils et autres robots industriels.

Ces nouveaux outils ont complètement modifié les méthodes de conception. Que cela soit en ingénierie électronique, mécanique, ou bien dans le processus de création esthétique et dans son design en général. Finalement on peut dire qu'ils influencent très fortement les formes, indirectement via la main qui se trouve sur la souris et surtout par les fonctionnalités qu'ils offrent à l'utilisateur.



Universal Robots

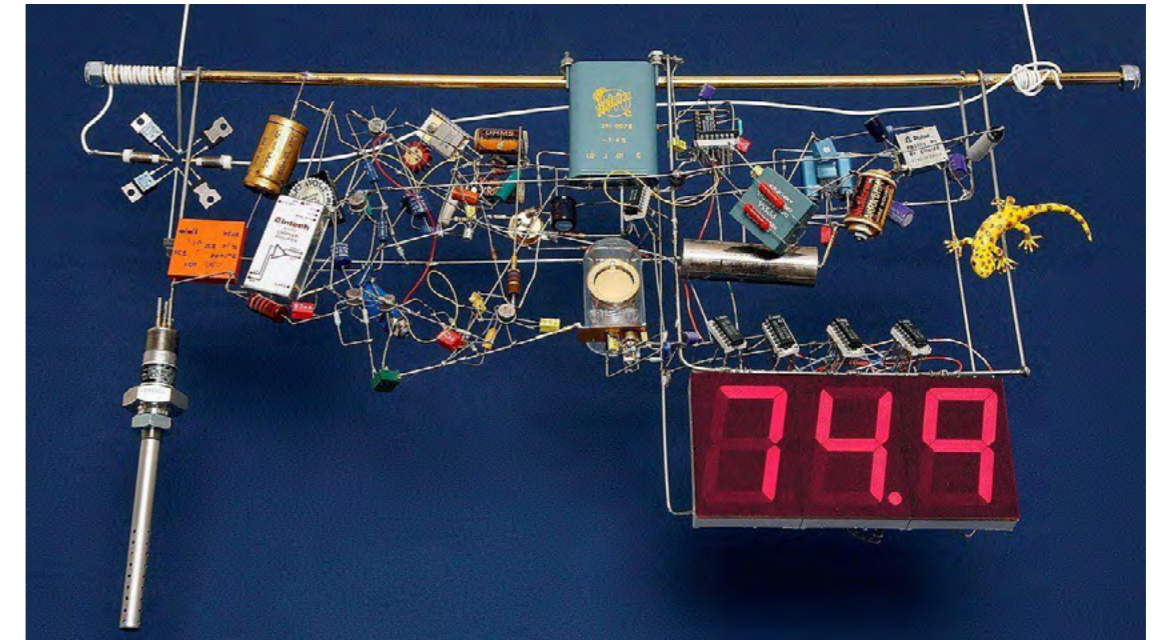
1.3. Les objets électroniques et la forme

« Presque tous les objets que nous utilisons, la plupart des vêtements que nous portons et beaucoup de choses que nous mangeons, ont été conçus. »

C'est ainsi qu'Adrian Forty introduit son livre *Objects of Desire*. Cela vaut, bien évidemment, pour tous les objets électroniques qui nous entourent. Tout matériel électronique avant d'exister a dû être conçu. Donc passer l'étape d'un design.

L'électronique, représente des paramètres supplémentaires à intégrer lors d'un projet de conception. La partie du Design qui va nous intéresser sera surtout axée sur la forme, les matériaux, et les interfaces des objets électroniques. L'électronique en elle-même est un objet à inclure dans un autre objet, et sa forme est à prendre en compte et dépendra d'un design également. Elle n'est pas seulement cachée dans un objet, il faudra la plupart du temps assurer une interface entre l'homme et l'objet pour que ceux-ci puissent interagir.

Nous allons analyser ensemble plusieurs appareils électroniques, leurs formes, les rapports entre l'occupant électronique et son hôte. Et nous dégagerons de ces analyses quelques familles d'objets et de contraintes nous permettant de comprendre et classer les formes qui nous entourent.



Williams' "Living room thermometer" appears on the cover of "Analog Circuit Design, Volume I"



NAOTO FUKASAWA – MUJI CD PLAYER

La souris

La souris est un exemple très parlant en terme d'intégration d'électronique, d'interfaçage entre l'objet, l'utilisateur, et l'usage bien défini de cet outil. C'est un objet censé être le plus ergonomique possible, il doit prolonger la main de l'utilisateur vers l'ordinateur. Comme beaucoup d'objet électronique innovant en leur temps, la souris est d'abord apparue sous des formes très simplistes, le contenant, la fonction et la technologie avaient la priorité sur l'esthétisme.

Comme on peut le constater sur le dépôt de brevet de Douglas Carl Engelbart souvent désigné comme l'inventeur de la souris en 1967, la forme dessinée pour représenter le concept reste très simple de prime abord. D'ailleurs son premier prototype ressemblait de très près au dessin précédent résultant certainement des premières expérimentations et phases de prototypage.

On peut facilement itérer des contraintes de formes et des raisons invoquées auxquelles son concepteur a pensé, par les fonctionnalités attendues de l'objet :

-Prenable en main, les proportions sont donc quasiment imposées.

-Cet objet doit pouvoir mesurer la distance parcourue sur 2 axes : le système des deux molettes en dessous de l'objet a été imaginé par le concepteur. Il permettra de transformer des données physiques et mécaniques en informations numériques via le système électronique. Nous trouvons là, la première interface nécessaire entre le monde réel et l'électronique à travers l'emballage de l'objet.

-Des boutons sont positionnés sur le dessus de la souris, pour envoyer des informations supplémentaires aux mouvements. C'est une interface, entre l'homme et l'électronique. L'homme souhaite envoyer des événements à l'ordinateur, la souris doit faire en sorte de le gérer, de le comprendre et de le signaler à l'ordinateur.

-Autant l'utilisateur doit pouvoir envoyer des informations vers la souris, autant cette dernière doit pouvoir les traduire, puis les envoyer vers l'ordinateur. Un câble servira à établir cette communication.

Nov. 17, 1970

D. C. ENGELBART

3,541,541

X-Y POSITION INDICATOR FOR A DISPLAY SYSTEM

Filed June 21, 1967

3 Sheets-Sheet 1

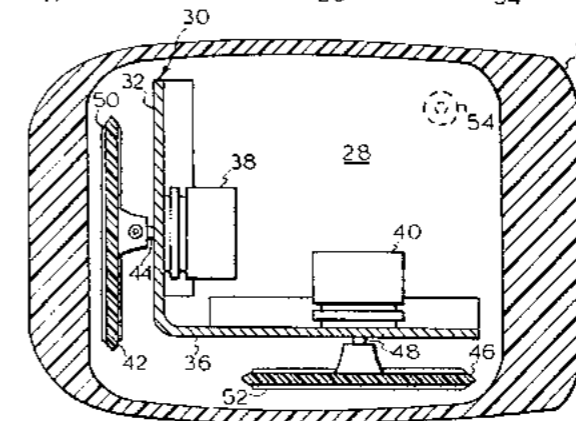
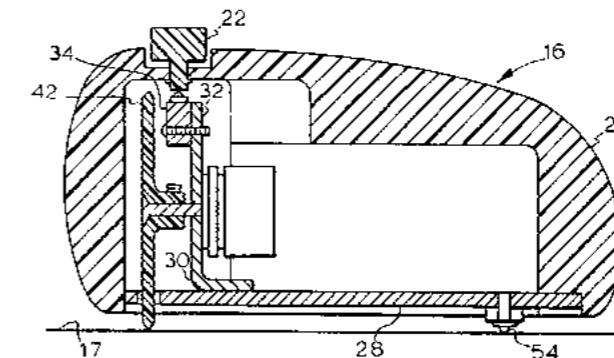
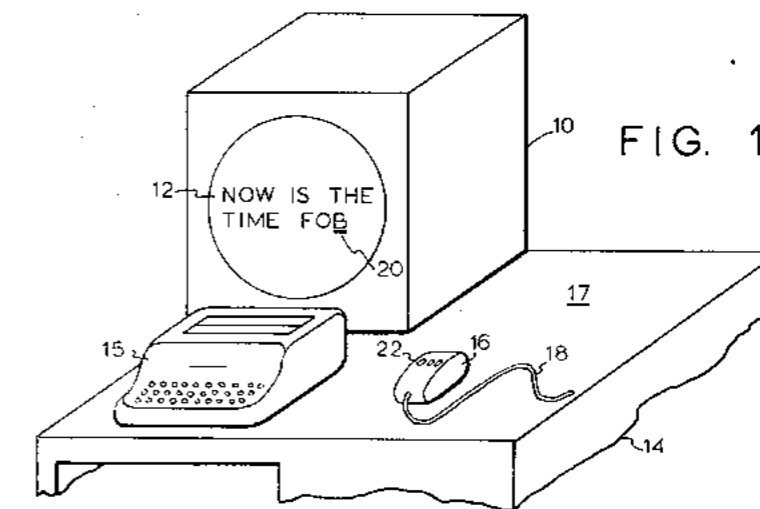


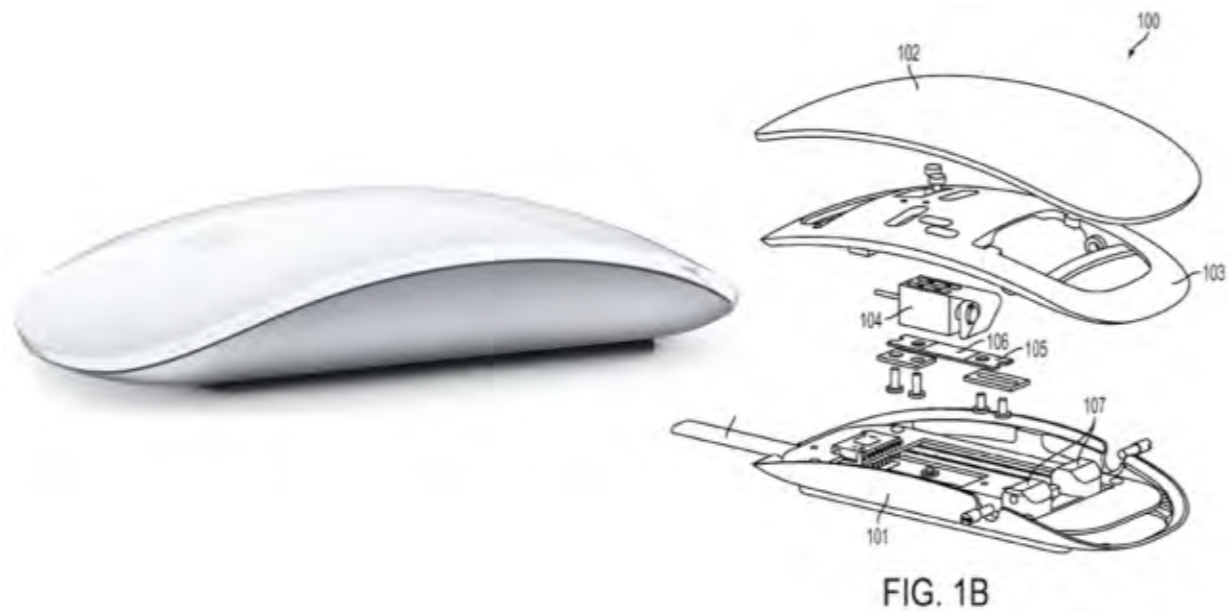
FIG. 2

FIG. 3

INVENTOR.
DOUGLAS C. ENGELBART

BY
Lindenberg + Freilich

ATTORNEYS



La forme, du moins son intention, est par les quelques éléments pré cités quasiment définie. Déjà, dans ses proportions. Elle devra tenir dans la main des utilisateurs, elle ne pourra pas être trop grande.

L'électronique et la mécanique nécessaires, même pour le début des années soixante dix, ne sera pas d'une complexité élevée à intégrer en termes de volume. L'enjeu premier pour la souris, sera de s'intégrer au creux de la main de son utilisateur, et que les boutons soient accessibles.

il n'y a pas de tension à l'intérieur de l'objet, nous n'aurons pas de soucis de volume et d'optimisation nécessaire de l'électronique pour la faire tenir à l'intérieur de son enveloppe.

On le constate sur ces 2 photos, l'électronique est très simple à mettre en œuvre.

En se focalisant sur la souris Logitech qui correspond plus au standard utilisé du moment on remarquera que les deux circuits imprimés simple face et les composants sont des composants existant depuis plusieurs dizaine d'années (hormis le capteur optique datant de la fin des années 90). Les capacités et les switches sont les plus gros composants de la carte, mais même s'ils sont plus imposants que les autres, ils ne gêneront en rien, compte tenu de la taille que devra faire la souris qui elle malgré la miniaturisation des composants électroniques devra garder sa taille pour des raisons d'ergonomie.

Le travail de design de la souris, dans le choix de sa forme, se situera donc essentiellement dans son ergonomie et son esthétique.



Mais si la technologie est acquise, que reste-t-il aux créateurs et fabricants comme moyen pour se distinguer les uns des autres? Comme dans beaucoup d'autres domaines, l'esthétisme évolua au grès des modes, et des tentatives d'ajouts de fonctions essaieront de nous convaincre d'acheter un nouveau modèle.

Prenons un autre exemple apportant des contraintes très actuelles. Nous vivons à une époque où nous embarquons dans nos déplacements beaucoup d'objets à forte valeur technologiques. Outre nos smartphones, que je considère comme des ordinateurs de poche, nous avons en ce moment les Smartwatches qui tentent de devenir un élément ajouté à notre panoplie d'outils indispensables. Une montre embarquant énormément de technologies, mais qui devra garder une taille raisonnable. Celle à laquelle nous sommes habitués. Les designers sont, de part la nature de l'objet, déjà contraints et réduits dans les possibilités de forme à donner.

Contrairement à la souris, nous allons vite nous rendre compte qu'une bataille entre l'enveloppe et l'électronique va être engagée. Ce sont de plus des objets qui seront en contact avec le corps, ce qui influera sur le choix des matériaux, et sur la forme à adopter.

Dans le cas d'une montre, la forme est prédéfinie, l'électronique devra se plier à ce fait, être en quelque sorte soumise à son enveloppe. Dans cette typologie de projet, les outils de CAO sont primordiaux, *Raymond Guidot* dans son ouvrage *Histoire du Design de 1940 à Nos Jours* insiste bien sur ce point :

« Pour maîtriser ces formes nouvelles, une firme comme Sony a beaucoup investi dans la conception assistée par ordinateur (CAO) ; et pour manipuler en toute liberté des surfaces complexes capables d'envelopper de près les organes internes des produits, elle a créé son propre système : le logiciel Fresdam sur station Silicon Graphics. Sony a également passé un contrat de recherche avec l'université du Michigan portant sur l'optimisation automatique des formes. »

Depuis cette affirmation les logiciels informatiques de CAO (Conception Assistée par Ordinateur), se sont multipliés. Ils se sont ouverts à tous les univers de la création. Vous trouverez des logiciels spécialisés dans la création de bijoux, en passant par des logiciels de modélisation

et simulation 3D qui sont reliés à de gros ERP (Entreprise Ressource Planning) capables de passer les commandes des matériaux dont on aura besoin pour fabriquer le produit. Ces logiciels vont jusqu'à générer les programmes permettant de piloter les machines outils qui le fabriqueront.

Regardons cela en image, en prenant l'exemple de l'Apple Watch, ouverte et décortiquée par une société Française de vente de pièces détachées.



Au déballage de cette montre connectée nous trouvons une multitude de capteurs, un écran tactile haut en couleurs. On le voit clairement, il n'y a plus un seul mm³ de disponible dans le corps de la montre. Chaque recoin est occupé.

Sur la photo ci-dessus, on aperçoit l'utilisation de circuits imprimés souples, constituant une fois en place dans son compartiment, un pliage savant et complexe.

Dans le choix de la forme il aura aussi fallu tenir compte du contexte et du marché de la montre.

On se trouve face à un objet technique, un outil, qui de plus se situe dans la famille des bijoux ce qui implique un choix des matériaux, un esthétisme et une précision exemplaire. Alors oui, nous ne sommes plus en 1536 année où le port de bijoux a été interdit en Suisse pour des questions de religions (Protestante en l'occurrence). Droit que les orfèvres ont contourné en développant un marché de montres de luxe en lieu et place qui elles étaient autorisées considérées comme outils. Mais ce rattachement au monde du luxe est resté, et dans la gamme de prix proposée par Apple, les premiers prix avoisinant les 400 euros, ce sont les entrées de gammes de l'horlogerie de luxe qui sont en concurrence.



D'ailleurs Apple le sait très bien. Sur son site on trouve une page entièrement consacrée à l'esthétique et aux matériaux employés. Au rang, en quelque sorte à la famille à laquelle appartient cet objet :

"Votre montre est un objet que vous portez tous les jours. À vos yeux, son esthétique est au moins aussi importante que sa fonctionnalité. C'est pourquoi vous avez le choix entre de nombreux modèles, toute une gamme de bracelets interchangeables et des cadrans personnalisables selon vos envies."

Dans cette page il n'est jamais fait allusion aux fonctionnalités apportées par la montre, il n'est question que de l'image qu'elle est censée restituer. Elle s'intégrera d'une manière ou d'une autre à votre personnalité.

Par contre, dans la page principale de l'Apple Watch à laquelle vous accédez depuis le site racine de la marque, les premiers mérites que l'on vous vante sont en effet fonctionnels, mais toujours avec une notion insinuant que l'esthétique même fait partie des avantages primordiaux de cette montre. Et on se rendra compte par la suite, que le paradoxe de la simplicité face aux nouvelles technologies est un des enjeux fondamentaux du design actuel.

Les prouesses technologiques ont elles cessées de faire rêver ? Il n'en est rien, c'est une bataille de plus à gérer dans la compétition inter fabricants. Les fabricants ont pour ainsi dire accès aux mêmes technologies. Leur différenciation viendra dans le design de produit à un niveau plus élevé : formel, fonctionnel voir émotionnel.

Comment mettre à profit ces technologies et se positionner sur un marché en fonction du niveau de finition et des matériaux employés? Quels marchés de services développer autour? Aujourd'hui marché que l'on veut nous imposer comme émergeant (cf imge en haut à gauche de la première montre calculatrice datant de 1972 considérée comme la première smartwatch), nombre de stratégies différentes se mettent en place, pour essayer de nous convaincre de la nécessité de posséder ce type d'appareil. Phénomène comparable au monde de la domotique, les technologies existent, les produits sont sur le marché, mais l'engouement général n'est pas de la partie.





Ce qui signifie pour moi, qu'un travail fort sur le design reste à faire, peut être est-ce sur la forme, même si je pencherai plutôt pour une question d'usage.

D'autres paramètres influencent fortement la forme qu'un appareil électronique prendra. Notamment ce que l'on pourrait qualifier de famille d'appartenance. Depuis la banalisation des piles par exemple et autres petites batteries, nous pouvons affirmer qu'une famille majeure est née. Les appareils mobiles. En opposition aux sédentaires qui auront une place bien défini dans un environnement et n'auront pas les mêmes contraintes de formes.

Nous pourrions facilement en dénombrer beaucoup d'autres : appareils médicaux, objets destinés aux professionnels, gadgets, jouets, instruments de musiques, les armes.

Nous pourrions faire une métaphore de ces objets avec le genre humain. Le métissage de ces appartenances familiales, donnera naissance à toutes ces formes, ces caractéristiques, et l'image que nous renverra les objets qui nous entourent.

Des formes étudiés en fonctions des utilisations et du lieu dans lesquels on va les installer. Le contenant est différent, mais leur contenu est quasiment identique.

1.4 Le choix des matériaux

Un point important que je souhaite aborder maintenant concerne les matériaux. ils vont être un ensemble déterminant dans la ou les formes que prendront les objets et les ensembles d'objets.

Le choix du matériau est un facteur primordial dans le design d'un objet, et ce choix doit être pris en fonction d'énormément de paramètres et une étude très complète sur le sujet devra être effectuée.

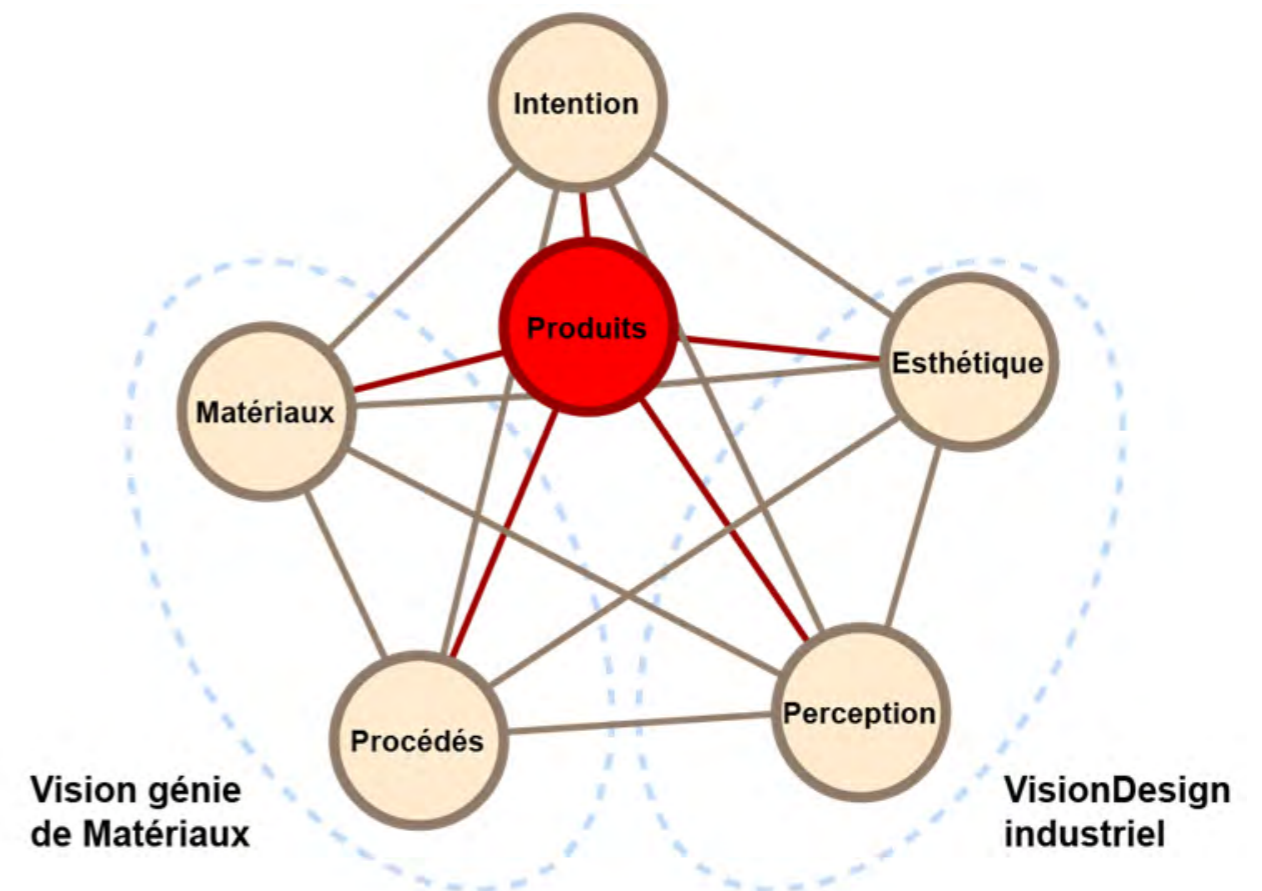
M. Ashby et K. Johnson dans leur livre *Materials and Design*, affirment qu'un produit est défini par l'interaction de six domaines d'information, qui devront être pris en compte durant toute la phase de création.

- Les produits : c'est l'objet d'étude, l'information le décrivant contient des données factuelles comme les attributs du produit par exemple : le nom, le fabricant, le prix et les performances.
- Les matériaux : la nature de la matière constituant le produit et ses performances.
- Les procédés : la description des étapes de transformation nécessaires de cette matière.
- L'esthétique : les aspects visuels, tactiles, acoustiques ou olfactifs.
- La perception : les attributs sur lesquels le produit va être jugé (culture, goût ou mode).
- L'intention : ce que le produit doit être dans l'esprit du concepteur (quelles sont ses priorités).

Il existe plusieurs méthodes bien définies pour effectuer le choix des matériaux dans les phases de conception d'un produit.

Dans mon expérience personnelle ils étaient généralement choisis à la suite de la première phase de prototypage dans le cahier des charges. Mais surtout en fonction des normes imposées dans les domaines concernés.

Le choix des matériaux utilisés pour concevoir un objet électronique est très souvent relatif aux performances, et aux coûts de celui-ci.



Mais pas seulement, son aspect et l'essence d'une marque peuvent également orienter ce choix.

Si le choix lui-même des matériaux est un ensemble complexe de prise de décision, les contraintes relationnelles entre l'électronique embarquée et son enveloppe sont assez simples. Elles dépendront généralement de facteurs bien précis de l'ordre de la technique et du fonctionnel dont voici quelques exemples courants :

- Dégagement de chaleur, besoin de ventilation
- Isolation à certaines fréquences radio de certaines parties d'un circuit imprimé
- Sollicitations mécaniques
- Niveau d'étanchéité de l'électronique avec l'environnement
- Complexité de la forme

Au début du XXI^{ème} siècle, le choix des matériaux n'était pas très large en termes de familles pour la conception d'appareils électroniques : bois, métaux, verres et textiles essentiellement. On peut d'ailleurs noter que la plupart des fabricants parisiens de radio se trouvaient à proximité du quartier des ébénistes, entre Nation et Bastille dans l'est de Paris. C'était un monde d'artisans et de petites manufactures.

Comme on ne pouvait partir que sur des formes simples, on apportait un soin particulier à la qualité de réalisation, les essences de bois étaient choisies pour leurs veinures. Les métaux décoratifs comme le laiton étaient particulièrement bien travaillés, il ne faut pas oublier que ces appareils électroniques étaient amenés à trôner principalement dans les salons de la bourgeoisie de l'époque.

Dans un premier temps la bataille « marketing » pour la vente des postes de radio se basait surtout sur les innovations techniques et la robustesse. et pour illustrer les avancées technologiques, quelle autre manière que de le montrer par la forme ? Il fallait suggérer à son utilisateur par le visuel que son appareil est équipé des toutes dernières avancées. Ce principe est particulièrement applicable dans le monde de l'électronique, quand la majorité des fabricants décide

de cacher à la vue l'électronique elle-même, et veut jouer sur un effet de magie sur le fonctionnement du dit objet. Cette pratique est allée en s'amplifiant au fur et à mesure des années. Les radios ont arrêté d'évoluer assez rapidement en termes de fonctionnalités, mais les designers de celles-ci n'ont cessé de leur donner des formes futuristes afin de convaincre de leurs avancées, même si celles-ci demeuraient essentiellement esthétiques.

Revenons-en à nos matériaux. Une famille de matériaux a changé beaucoup de choses depuis les débuts de l'électronique. Aussi bien dans les capacités de production, qu'en termes de formes imaginables : Le plastique.

Ce n'est pas seulement dans l'enveloppe de l'objet elle-même que le plastique a fait évoluer les choses, mais aussi dans l'électronique elle-même. Werner Boote dans son film *Plastic Planet* sorti en 2011, résume assez bien la situation actuelle en termes de possibilités :

« Commode et bon marché, le plastique semble être devenu incontournable dans notre vie quotidienne. Tous les secteurs de l'industrie mondiale dépendent aujourd'hui, d'une manière ou d'une autre, du plastique. Il est présent partout (emballages, matériaux de construction, électronique, vêtements...). »

Ceci est très vrai dans le domaine de l'électronique grand public, beaucoup de nos appareils sont "enrobés" de plastique. Je n'ai qu'à tourner la tête dans mon bureau pour m'en apercevoir. Mes 2 écrans d'ordinateur, mon imprimante/scanner, mes synthétiseurs bon marché, les coques de mes casques audio, mes disques externes ont tous des coques en plastique. C'est moins vrai quand je les compare à mes autres équipements plus professionnels et beaucoup moins accessibles financièrement parlant qui eux bénéficient d'enrobages métalliques soignés et/ou de bois sélectionnés pour leurs propriétés fonctionnelles et visuelles.

“La hiérarchie des substances est abolie, une seule les remplace toutes : le monde entier peut être plastifié, et la vie elle-même, puisque, paraît-il, on commence à fabriquer des aortes en plastiques.”

Mythologies (1956), Roland Barthes

Soixantes années plus tard, la réalité du monde industriel lui donne raison. Les plastiques sont les matériaux les plus utilisés désormais dans la fabrication d'objets électroniques dans le monde de la production industrielle. C'est grâce à eux que nous sommes sorties d'un monde où la majeure partie des appareils électroniques ne sont plus de simples parallélépipèdes rectangles.

Les procédés de leur mise en forme n'ont cessés d'évoluer, et cela continue encore aujourd'hui. Chaque famille de plastique, rattachée à ses procédés de mise en forme a ses avantages et ses inconvénients en termes de coûts, perception de qualité, performance mécaniques, et propriétés chimiques leur donnant droit ou non à être utilisés dans tel ou tel domaine.

Dans le domaine de la forme, un des principaux apports, a été la possibilité de créer des formes beaucoup plus organiques, de rompre avec des formes plus anguleuses qui jusqu'alors étaient imposées par les procédés de transformations des matériaux plus classiques comme les différents métaux et bois. En termes de coûts pour la fabrication d'objet en grande série, on ne peut le comparer à aucune autre famille de matériaux tellement c'est devenu la normalité, vitesse de fabrication, de conception.

Cependant, la situation pourrait changer assez rapidement. Les plastiques étant le plus souvent des sous produits pétrolifères, avec tous les problèmes engendrés en termes de pollutions, aussi bien à la fabrication qu'au recyclage. Des solutions alternatives sont à l'étude, voir déjà au stade de production. Les Bioplastiques, générés à partir le plus souvent d'amidon (Maïs, Blé, Bêterave, ...) en sont un des exemples possible. H.J. la multinationale du ketchup Heinz en association avec le constructeur automobile Ford cherche comment à partir des 2 millions de tonnes de résidus de tomates (pelures, graines et tiges) générées par Heinz chaque année lors de la préparation de sa célèbre sauce tomate, comment concevoir un plastique nouveau pour réduire leur empreinte environnementale.



CHAPITRE 2

Regards croisés sur la conception

Après avoir qualifié les objets électroniques dans le premier chapitre, nous allons maintenant étudier par qui et de quelles manières ils sont créés. Pour cela nous allons d'abord nous plonger dans le monde de l'ingénierie électronique. Puis nous situerons le design dans les contextes liés au développement de ces produits. Enfin, nous parlerons des nouvelles approches dans la conception liées au monde du web.

Ci-contre :
Calculatrice Casio-Mini
1972



"The reasons for the deficiencies in human-machine interaction are numerous. Some come from the limitations of today's technology. Some come from self-imposed restrictions by the designers, often to hold down cost. But most of the problems come from a complete lack of understanding of the design principles necessary for effective human-machine interaction. Why this deficiency? Because much of the design is done by engineers who are experts in technology but limited in their understanding of people."

The Design of everyday things (REVISED AND EXPANDED EDITION) Don Norman

Dans nos analyses jusqu'à maintenant, pour la description des formes, nous nous sommes essentiellement contentés de décrire des images figées d'un objet électronique, des rapports entre l'enveloppe et le contenu d'un objet électronique, quelques séries de contraintes ayant une influence directe sur la forme et l'influence des matières.

Cependant, les processus de conception dans leur ensemble, ne peuvent eux s'en satisfaire. En effet, il faudra intégrer plusieurs notions indispensables concernant l'objet que nous désirons produire. Le rapport à leurs environnements, leurs modes de communications avec l'utilisateur, avec d'autres objets. Ce qu'il se passe à l'extérieur comme à l'intérieur. Il faudra également réfléchir à ses modes d'utilisations initiaux, prévus ou non, analyser l'évolution des usages possibles. Toutes ces recherches et analyses mèneront à des choix à faire quant à la forme générale et au type d'interface si nécessaire que devront intégrer tous ces produits.

Ingénieurs mécaniciens, électroniciens et designer devront travailler ensemble. Les procédés de créations sont aujourd'hui bien segmentés, et distribués à travers plusieurs métiers et tâches bien précises. La conception d'objet électronique destiné à être un produit industrialisé sera forcément un travail de co-conception, où chacun à son rôle à jouer.

2.1 L'ingénierie des principes inventifs et rationnels

Un ingénieur est un professionnel concevant des projets, si possible, par des moyens novateurs, et dirigeant la réalisation et la mise en œuvre de l'ensemble : produits, systèmes ou services impliquant de résoudre des problèmes techniques complexes. Il lui faut pour cela, non seulement des connaissances techniques, mais aussi économiques, sociales, environnementales et humaines reposant sur une solide culture scientifique et générale.

Ceci est la définition donnée au mot ingénieur par Wikipédia. Nous n'allons pas revoir en détail l'histoire de l'ingénierie, très intéressante, expliquant beaucoup de choses sur le mode de raisonnement et les pratiques qu'ils utilisent pour la conception. Mais Je vais par des exemples, et mon expérience, essayer de démontrer comment ils influencent en grande partie la forme et l'existence des objets qui nous entourent. Et la légitimité qu'ils ont dans ces actes.

6h29min Paris Gare de Lyon. Je m'apprête à aller rencontrer à Grenoble une entreprise industrielle spécialisée dans le design et la fabrication d'objets connectés et de solutions sans fil, prêts à l'emploi (c'est comme ça qu'ils se qualifient). Je suis porteur d'un projet de conception d'un équipement électronique pour l'entreprise dans laquelle je travaillais. Les technologies qu'ils maîtrisent correspondent quasiment à tous les besoins fonctionnels nécessaires à la fabrication de notre produit.

Je vais à leur rencontre avec un statut assez flou : designer ingénieur chargé de projet. Un seul point est clair sur mon rôle, j'arrive avec une casquette technique, ni le marketing, ni la finance ne font partie de mes responsabilités. Le rôle qui m'a été confié par mon équipe, est de trouver une entreprise capable de gérer tout le développement électronique de notre projet (La conception d'un casque de chantier très équipé technologiquement).

Arrivé sur place, nous accédons directement à une salle de meeting pour que je puisse présenter plus précisément ce qui m'amène chez eux. Je leur présente quelques slides, et même un début de prototype. Ils me présentent ensuite leur entreprise, leur organisation, et leur philosophie sur la conception d'un produit depuis l'idée jusqu'à son industrialisation.

Ils me font ensuite visiter leurs locaux, et me présentent plus en détail l'organisation de l'entreprise. Services techniques : recherche, développement, S.A.V., prototypage, puis les services dits administratifs, marketing, finance, juridiques. Tous ces services, même le marketing, sont pilotés par des collaborateurs portant tous un titre composé commençant par le même mot : Ingénieur. Ingénieur commercial, ingénieur de recherche en nouvelles technologies, ingénieur RF (Radio Fréquences), ingénieur DSP, ...

Nous retournons dans la salle de réunion, et ils me proposent rapidement de prendre en charge la globalité du projet, d'appliquer leurs méthodes et procédures internes qui garantiront la réussite de la création d'un objet destiné à être produit industriellement.

Je me permets de revenir sur un point du projet qu'ils n'ont ni développé dans leur présentation, ni par la visite et présentations des différents services : le design formel du produit.

Sur ce sujet nous avons des contraintes fortes, autant formelles que normatives d'ailleurs. L'enveloppe du produit est tout aussi importante que son contenu électronique.

Réponse, unanime et franche : ils ne savent pas faire. Quand cela l'exige ils sous traitent à des partenaires. Mais surtout, la réponse du responsable de l'ingénierie électronique est la suivante : « L'emballage, on voit ça après, on développe nos cartes et les logiciels allant avec, on fait le plus petit possible, le plus fiable et le moins cher possible. Ensuite on donne une contrainte de volume aux mécaniciens, fabriquer un casque ce ne doit pas être difficile ».

Passionnés et expérimentés, pour eux, il n'y a aucun doute, le cœur électronique du produit est forcément la partie principale dont le projet doit partir. C'est l'électronique qui dictera ses contraintes au reste du produit (J'exagère certainement un peu, mais le discours se synthétisait de la sorte). Affaire à suivre.

Ne me trouvant pas très loin de la Plastic Valley Française, Oyonnax, j'en profite pour aller rencontrer des spécialistes de la plasturgie pour la partie "emballage".

Puisque, pour nous, cette partie du projet semblait aussi primordiale que la partie nouvelles technologies, je leur présente nos besoins

de la même manière. Tout s'est déroulé de façon similaire à la visite précédente chez les électroniciens. A ceci près, que les plasturgistes étaient beaucoup plus habitués à travailler avec des données entrantes provenant d'autres métiers. Ils n'étaient pas exclusivement concepteur/créateurs de leurs produits, mais aussi fabricants, travaillant donc avec d'autres types d'entreprises régulièrement. Comprenant donc les différents « langages » parlés chez les intervenants dans la réalisation globale d'un projet, et ce sont donc très rapidement posé la question de : "comment travaillent vos électroniciens? Qui va piloter le projet?" .

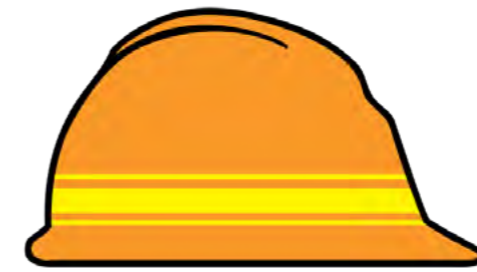
Retour sur Paris, plutôt content de moi, car après avoir visité et échangé avec d'autres entreprises qui ne correspondaient pas à nos besoins, j'étais certain que ces deux là étaient les bonnes. Restait à convaincre mon équipe et ma hiérarchie. Chose faite assez rapidement, nous avons donc organisé des réunions entre les différentes directions.

Une fois les premiers contrats de partenariats signés j'ai été positionné en ce que l'on appelle dans les grands groupes aujourd'hui : AMOAD « Assistance à maîtrise d'ouvrage délégué ». Sous cette appellation très corporate se dessinait le rôle suivant : Il allait me falloir expliquer les besoins, le travail déjà effectué aux nouveaux acteurs qu'étaient Adeunis RF pour l'électronique et VAPERAIL pour tout ce qui concernait le casque en lui même. Quoi de mieux dans un premier temps que d'échanger sur un cahier des charges ?

Nous avons pris Adeunis RF un peu à contre pieds dès le démarrage du projet. En effet, en interne dans le groupe, le lobbying que nous avons effectué auprès des différentes directions a été porté par des documents contenant un design formel du casque déjà très avancé, et celui-ci a pris une part très importante dans les décisions d'investissements. Adeunis RF n'avaient pas le choix dans les volumes, nous arrivions avec des encombrements plus ou moins définis et des besoins en fonctionnalités très fournis.



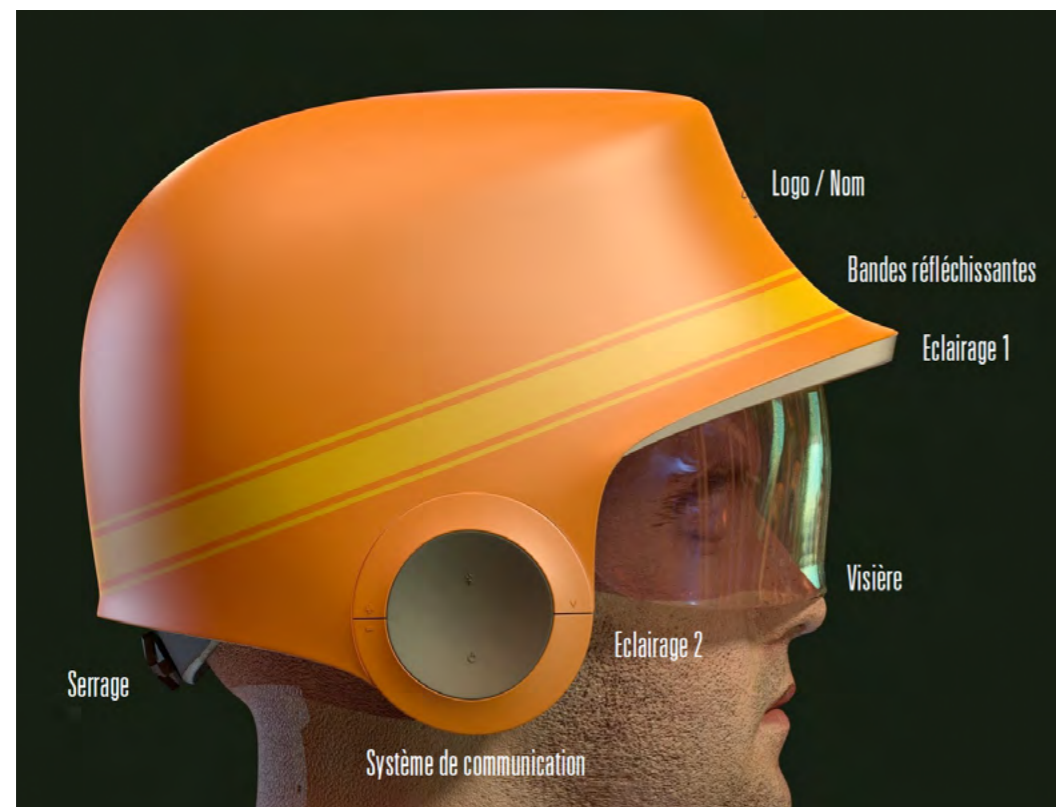
J'ai expliqué de nouveau la genèse du projet, un assemblage de plusieurs équipements existants dans un seul produit (photos ci-contre). Nous avons sensibilisé tous les acteurs au pourquoi du design formel déjà établi : celui-ci allait représenter un changement profond chez les commanditaires premiers qu'étaient l'entreprise Colas Rail. Car ils souhaitaient modifier leur logo représentant un casque traditionnel par le design du futur casque :



COLAS RAIL



COLAS RAIL



Une communication officielle ayant eu lieu sur le changement du Logo avant même la fabrication du casque, les dés étaient jetés. Des contraintes fortes de formes étaient là.

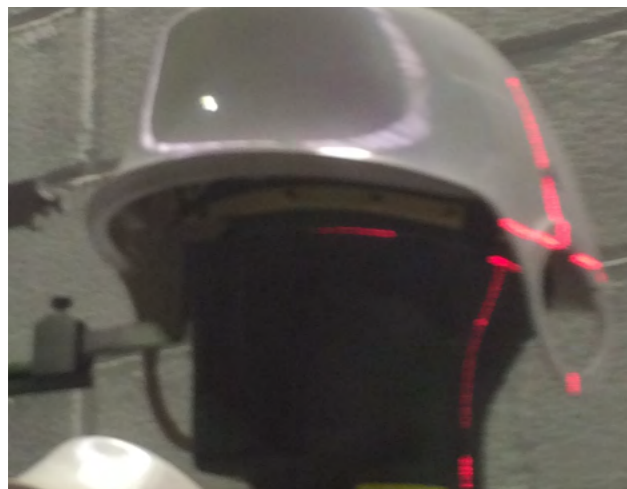
Je vais vous passer les détails de management et de pilotage du projet, pour rester concentré sur les débats qui ont été ouverts sur les rapports entre l'électronique et ses différents hôtes.

L'enveloppe

Très rapidement, après une mini enquête auprès de futurs utilisateurs de ce casque, une réelle inquiétude a été remontée. " Quoi ? Nous allons avoir un émetteur radio collé à l'oreille toute la journée ? On ne sait pas aujourd'hui avec exactitude les effets que peuvent avoir les ondes sur nos cerveaux". Outre l'exactitude ou non de ces affirmations, une contrainte forte dans la forme du casque venait de prendre vie. Nous avons décidé de transférer toute la partie électronique et alimentation dans un boîtier ceinture (dont nous reparlerons un peu plus tard). C'était une contrainte positive, car cela nous donnait plus d'espace pour ce qui allait rester dans la calotte : Tout le système d'éclairage, le capteur permettant de détecter les lignes à hautes tensions actives, ainsi que tout le système audio, écoute et micro.

La principale contrainte d'hébergement dans la coque a vite été levée, en termes de forme. Les contraintes restantes étaient de l'ordre mécaniques, normatives et fonctionnelles.

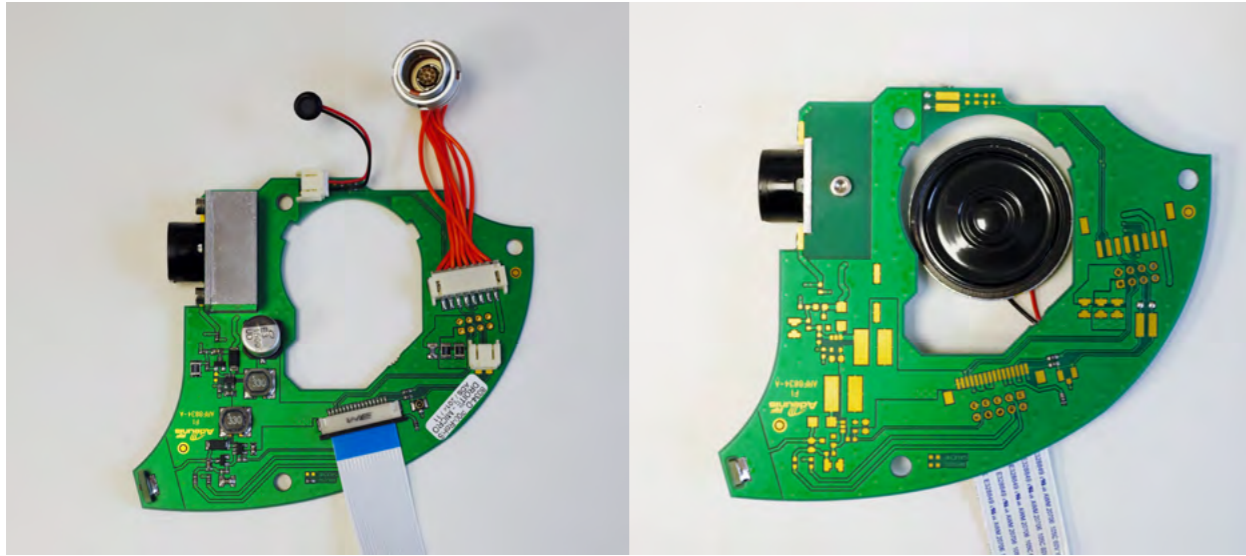
La tâche la plus difficile aura été de satisfaire au mieux les normes imposées pour un équipement de sécurité. Et les tests menés à l'UTAC CERAM (Union technique de l'automobile, du motorcycle et du cycle Centre d'Essais et de Recherche Appliqué à la Mobilité) pour mener l'homologation furent fastidieux et donnèrent lieu à des changements dans la composition chimique du plastique (ABS + PC + COLORANTS), à cause du colorant orange qui fragilisait le tout, et des retouches du moule.



D'autres défis nous attendront en route concernant cette calotte, mais n'auront aucuns rapports à l'électronique.



Tests et mesures avec des impression 3D



Electronique gauche et droite des oreillettes



Connecteur reliant le casque au boîtier ceinture

Les oreillettes

S'il est bien un sujet dans la conception de ce casque qui aura été un véritable défi, c'est bien la mise en place acoustique de tout ce système de communication.

D'abord par la forme et le type d'oreillettes à intégrer au casque. Pour une meilleure écoute devons nous opter pour des oreillettes de type casque audio fermé ou ouvert ? Des essais sur chantier ont été nécessaires pour mesurer les niveaux sonores optimaux. De plus, tout cela est bien normalisé, notamment sur le fait que les agents de chantiers doivent impérativement entendre leur environnement proche (pour entendre un train arriver de très loin par exemple). Ecoute stéréo ou mono ? Placement du micro ?

Pour répondre à ces questions nous avons dû faire appel à des experts en acoustique. En effet, nous n'avons à ce moment là aucun prototype final du casque, et tout devait donc être simulé. Cette étude rendu nous avons enfin pu déterminer le matériel audio nécessaire à inclure dans les oreillettes du casque.

Un deuxième défi se présentait du côté de l'électronique pour ces oreillettes : l'éclairage LED. Les choix de matériels sont plus limités que dans l'audio, l'optique est un domaine bien particulier, et seuls 1 fabricant était capable de nous approvisionner en lentilles nécessaires pour le réglage du faisceau lumineux. Du coup des tests en grandeur nature étaient beaucoup plus facilement réalisables. Les contraintes de refroidissement pour les LEDs de puissance ainsi que les lentilles à utiliser ont été déterminés de manière empirique sur le terrain.

Dernière grosse difficulté dans l'étude de ces oreillettes : Le connecteur permettant de relier tout cela au boîtier ceinture. Déterminer avec exactitude le nombre de fils nécessaire et leur section pour raccorder le casque au boîtier. Déterminer le type de connecteur et d'accroche, le câble doit-il se détacher en cas de chute pour éviter des étranglements ou autre ? Etanchéité du connecteur ? Des connecteurs, il en existe beaucoup, de types très différents. Mais tous ces connecteurs ont un point commun : leur coût. Il ne fallait pas se tromper, car même en grande série ceux que nous avons retenus coutaient dans mes souvenir au moins 20 euros pièce, ce qui est déjà

plus que le prix d'un casque de chantier standard, facturé lui à 16 euros en moyenne.

Ces trois familles de composants déterminés, la BOM (Bill Of Materiel) était enfin connues, et nous pouvions entrer dans la phase de dessins illustrant les différents scénario/placements possibles.

Une véritable bataille à commencé ici entre le plasturgiste les électroniciens et le commanditaire. Le mot n'est pas exagéré, le projet à faillit se terminer à ce moment là. Les électroniciens peinaient à valider la liste et l'encombrement de l'électronique. Les plasturgistes étaient bloqués dans l'avancement de la modélisation des oreillettes. Les devis présentés pour le matériel à inclure dans les casques ne convenait pas aux prévisions budgétaires. Les managers de mon équipe se sont attachés à remettre de l'ordre dans toute l'organisation du projet, et la situation s'est débloquent. Notamment grâce à une solution astucieuse trouvée par mon responsable direct Nicolas Braud, pour diviser les coûts de l'électronique par deux : L'électronique sera entièrement démontable et réutilisable dans un deuxième casque.

Toutes les données étant en place, le développement qui s'en est suivi a été parfaitement linéaire.

Photos de gauche à droite et de haut en bas :

- Tests et mesures à l'aide de Luxmètres de différentes LEDS de puissance.
- Premiers tests du bandeau lumineux, laissant apparaitre un problème de transparence sur la calotte.
- LEDS de puissance activées.
- Les trois dernières photos montrent le système adopté pour les oreillettes démontables. En bi matière souple pour le confort de l'utilisateur et l'absorption des vibrations pour le micro.



Le boîtier ceinture

Une partie importante du projet restait encore à réaliser même s'il a été mis de côté pendant un certain temps, n'étant pas considéré comme un point bloquant pour le reste du projet.

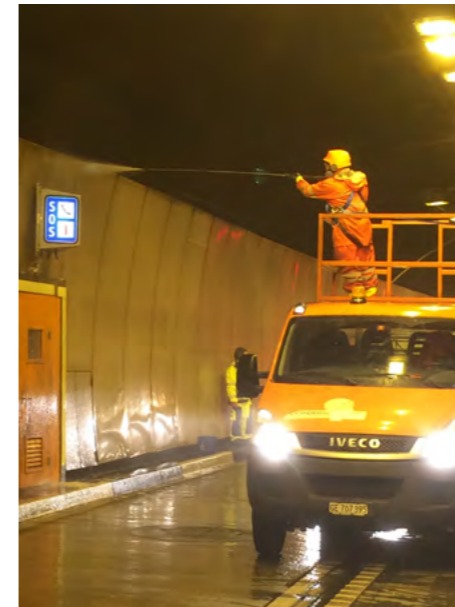
Mais pourtant, il va constituer une dernière épreuve beaucoup plus complexe que prévu.

Le design esthétique n'a pas été une priorité. Le projet avançant dans le temps, il fallait créer ce boîtier le plus rapidement possible, avec un coût inférieur à ce qui était budgété.

Nous avons laissé le champ libre à Adeunis RF pour la partie électronique. Ils ont opté pour une architecture classique carte mère avec ajout de cartes filles. Un point très intéressant aura été l'identification des futures technologies qui pourront équiper ce casque. Pour cela nous avons rencontré ceux que l'on nomme les « Fondeurs » dans le jargon électronique, c'est à dire, les fabricants de chipset. Nous pouvons donc estimer la place et le type de connexions nécessaires aux futures évolutions et lier des partenariats avec les fabricants électroniques.

Le choix et donc la taille des batteries a été assez rapide. Connaissant l'autonomie souhaitée (10h en mode communication), et connaissant la consommation des circuits implémentés un ratio vous donnera les caractéristiques de la batterie à utiliser. Ensuite sur la forme de celles-ci, les fournisseurs/fabricants (Chine principalement) savent travailler à la demande. Par rapport à l'autonomie, on connaît le volume et le poids de la batterie, la forme, vous pouvez la déterminer avant commande. Le choix fait ici est d'introduire une batterie ayant la même surface que le PCB, qui sera donc la plus plate possible.

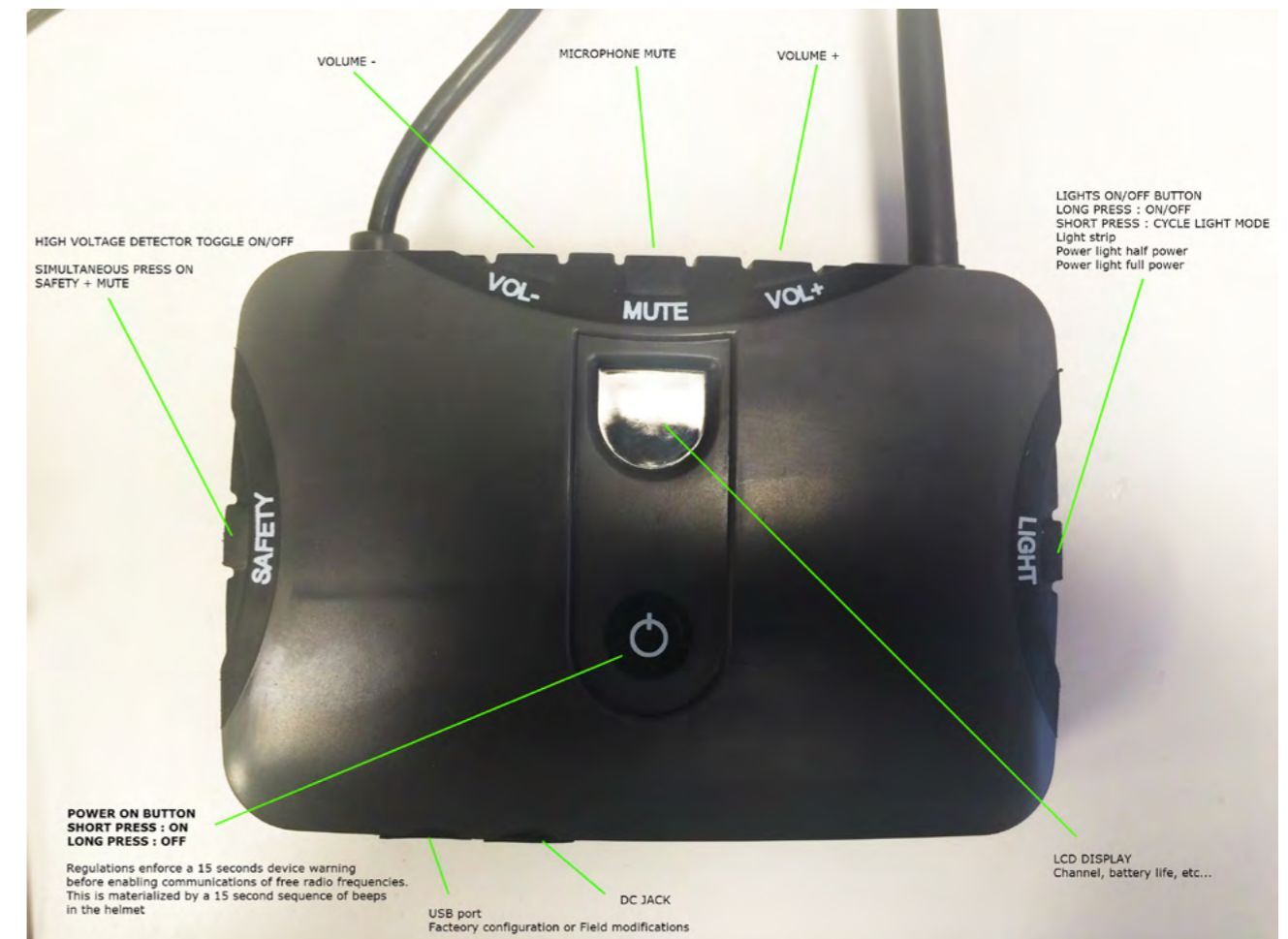
Nous nous retrouvons donc dans une situation où l'électronique a pris la dominance sur son enveloppe qui a été entièrement dessinée autour d'une électronique plane et rectangulaire. Nous obtenons un boîtier assez standard, mais opérationnel. Sans ergonomie aurait pu être bien meilleur si les moyens humains et financiers avaient été prévus à cet effet. L'esthétisme de l'objet peut jouer un rôle très fort dans l'acceptation de nouveaux outils de travail.



Test du casque sur chantier



Prototype du boîtier



Boîtier ceinture définitif

De l'idée initiale à la première série de 1000 exemplaires, il se sera passé quasiment 20 mois. La cohabitation de l'électronique et de son enveloppe a été pilotée ou plutôt arbitrée par un design formel prédéfini. Il a servi de ligne directrice au projet dans son ensemble. Le cahier des charges qui découlait directement du design initial peut être considéré comme un itinéraire qui a été suivi comme on pourrait le faire en voiture avec une application GPS.

Je ne veux pas faire de ce témoignage un fait établi, cependant, c'est une problématique rencontrée très souvent lors de différents projets, d'ailleurs Jean Pierre Josse (Ingénieur conseil en électronique industrielle reconnu) en témoigne dans son article paru dans Electronique-Mag de novembre 2013 :

Concevoir "Mécatronique"

Nous disposons de logiciels performants pour travailler, mais....

L'un des problèmes récurrent que j'ai souvent constaté, c'est l'impossibilité de faire "rentrez" l'électronique dans le boîtier mécanique conçu spécialement. Un comble aujourd'hui, alors que nous disposons d'un format d'échanges de fichiers universel permettant d'intégrer l'image 3D d'un circuit imprimé dans un dossier mécanique Autocad, Catia, SolidWorks et autre ProEngineer.

Donc, toujours exporter un projet d'implantation au format DXF aussitôt que possible et le faire valider. Cela ne prend que quelques minutes. Si votre interlocuteur ne valide pas une implantation, risquant ainsi de remettre en cause votre travail et le sien, il va y avoir un sérieux problème.

Le projet d'implantation ne contient que le contour du PCB, les connecteurs, les points de fixation et les composants ayant un encombrement critique. Ce n'est qu'un projet.

Une fois le projet de mécanique validé, le placement des composants peut commencer.

Il n'y a pas de dénigrement de la part de l'ingénieur, il y a une pensée technique (bien ordonnée). Ce que j'ai ressenti au fil du temps dans ma collaboration avec l'ingénierie, qu'ils soient électroniciens, développeurs informatiques, mécaniciens, c'est qu'ils ont tous un attrait bien plus fort pour les procédures et sur la route suivie pour mener à bien un projet, que l'objet ou tout autre résultat en lui-même. Ils pensent projet. Aucune chance n'est laissée au hasard, même les technologies les plus récentes seront énoncées de manière claires précises, normées, s'effaçant dans le nuage technique du reste du projet.

Et heureusement pour l'univers de la conception. Le monde dans lequel nous vivons étant parsemé de lois et de normes à respecter. Les protocoles suivis par l'ingénierie intégrant tout cela dans leur processus et méthodes, facilitent grandement la progression d'un projet.

De plus, pour le développement de certains appareils, leurs compétences seront primordiales pour décider et valider la forme que devra adopter l'objet pour pouvoir exister.

Nous avons développé au sein de mon équipe un système de captation audio permettant de payer via son téléphone cellulaire. Sur un projet de ce type, la plupart des fonctionnalités sont prises en charge de manière logicielle. Mais un point névralgique du système reposait sur la bonne captation du signal dans des conditions très mauvaises.

Nous n'avions pas le choix dans la forme que prendrait le système permettant d'enregistrer un signal sonore. La forme nous a été dictée par les mathématiques, le choix des matériaux aussi. Il nous fallait construire un réceptacle respectant des équations paraboliques, placer le micro de captation au foyer de celle-ci, tout en tenant compte des spécifications du micro. Choisir les matériaux de façon à ce que les ondes sonores rebondissent de telle ou telle manière selon leur provenance, et selon le type de bande de fréquences.

L'ingénierie a dessiné la forme par des formules mathématiques, des équations, qui se modélisent très facilement dans les outils informatiques dont nous avons parlé précédemment. C'est l'ingénierie électronique qui se charge aussi de dessiner les cartes électroniques. Il y a des points de convergences claires avec le monde du design industriel.

2.2. L'électronique un autre design

L'électronique est une branche de la physique appliquée, traitant de la mise en forme et de la gestion de signaux électriques, permettant de transmettre ou recevoir des informations. (Wikipédia)

Cette définition correspond à ce que je connais du monde de l'ingénierie électronique. Mais elle oublie un domaine de compétence bien particulier : le routage.

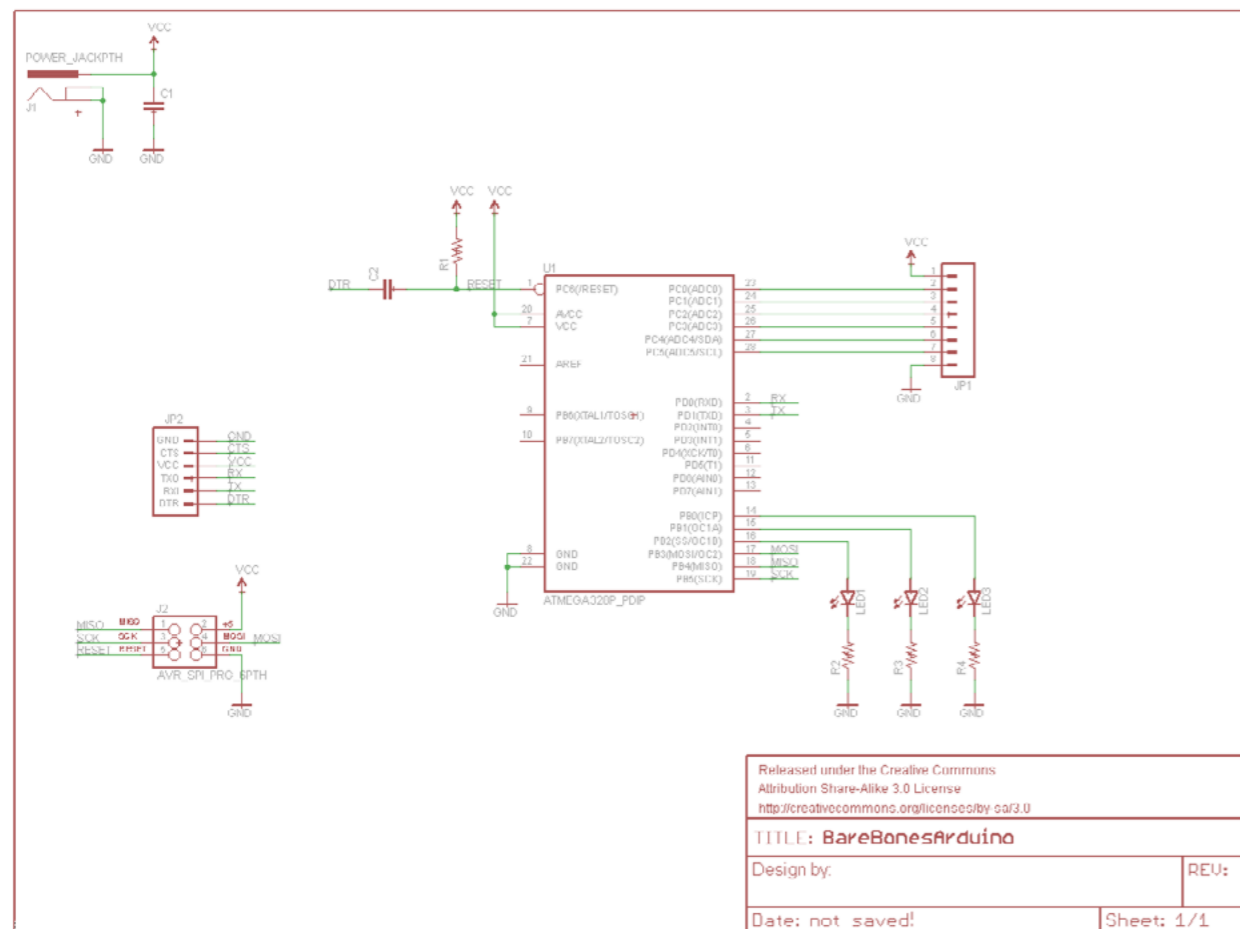
C'est l'action qui va consister à dessiner les pistes reliant tous les composants de la carte, en transposant le schéma électronique fonctionnel.

C'est une discipline qui m'a toujours fasciné. Je la pratique de temps en temps.

L'image à gauche représente un schéma électronique fonctionnel d'une carte Arduino simplifiée.

Ce schéma modélise numériquement un futur circuit imprimé. A cette étape, nous avons déjà la liste des composants qui seront situés sur le PCB, et nous connaissons toutes les connexions qui se feront entre chaque composant. Cette modélisation cependant ne représente pas la forme physique que devra prendre ce circuit.

Pour cela, il va falloir effectuer l'opération de routage. Ceci s'avère être un exercice très compliqué, mais primordial dans la forme qu'adoptera notre objet final.



La première image ci-contre, représente l'étape suivante du schémas précédant. Vous avez demandé au logiciel de vous disposer sur une table, tous les composants du circuit imprimé, avec leur taille physiques (initialement renseignées dans des bases de données). En plus de vous les sortir du tiroir et de vous les poser sur la table, celui ci vous matérialise (les lignes jaunes sur la photo) les différentes connexions existantes entre chaque composants et connecteurs.

L'étape suivante va consister à positionner vos composants sur la surface que vous aurez alloué à la création du circuit imprimé.

La relation entre la forme que prendra l'objet et l'électronique qui l'habitera prends vie à partir de cette étape.

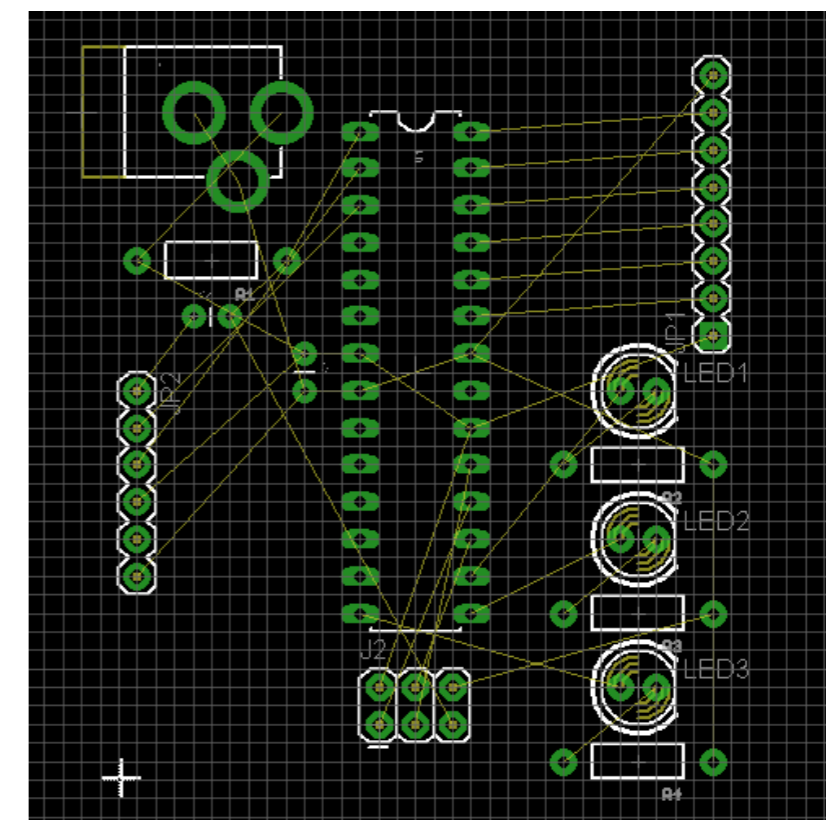
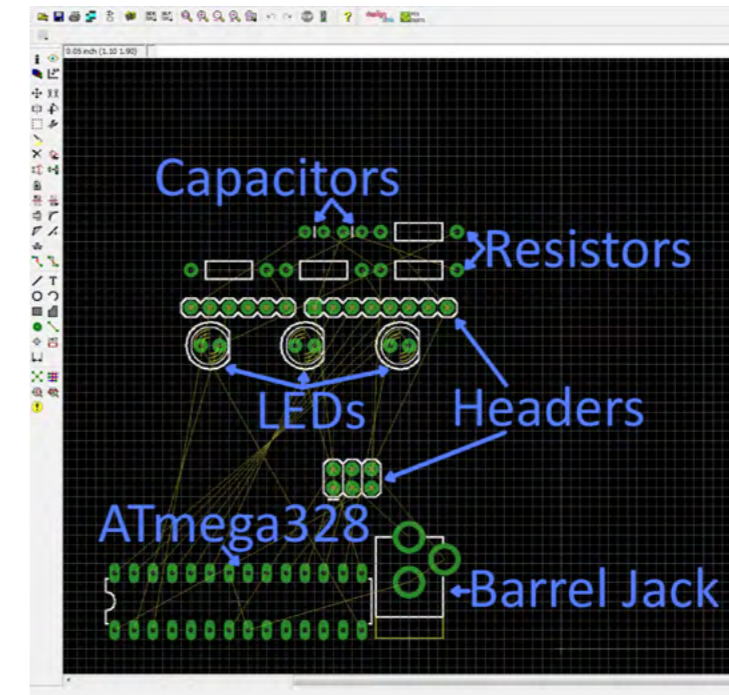
Prenez tous les composants cités en bleu sur la première image. 3 sur les six familles représentées devront déjà être pensés avec des contraintes de positionnement ,de volume, et de connexion en rapport avec l'objet lui même ou d'autres qui l'entourent.

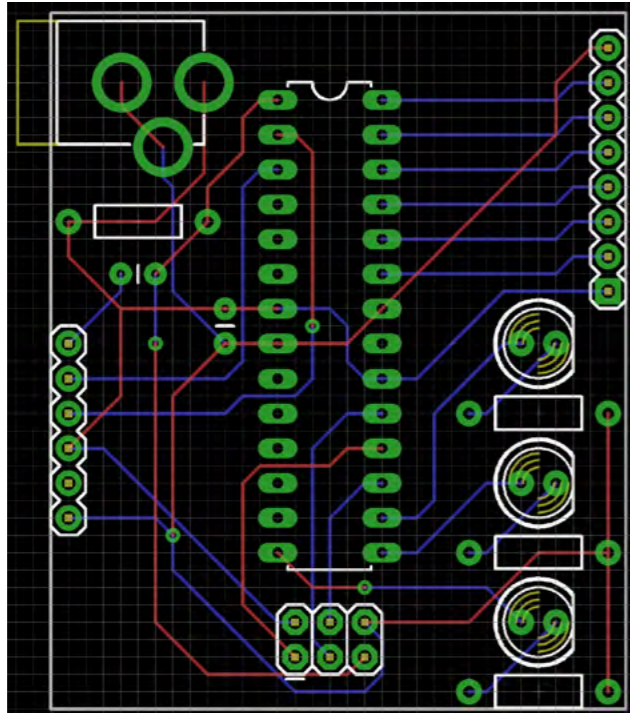
Les connecteurs (Headers), devront pouvoir être accessibles pour y brancher des capteurs, des actionneurs à l'intérieur de l'objet ou même à l'extérieur. Le connecteur d'alimentation (Barrel Jack) de la même manière devra pouvoir être accessible forcément depuis l'extérieur de l'objet pour lui connecter une alimentation externe. Les LEDS elles, devront à priori être visibles depuis l'extérieur de l'objet puisqu'elles seront destiner à envoyer des informations visuelles à l'utilisateur.

Tout cela ressemble de très prêt à l'étape de modélisation d'un objet à part entière dans des logiciels de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur), même si nous restons pour l'instant dans un domaine concernant la CAO (Conception Assitée par Ordianteur).

Cette étape est (normalement), un des points de contact fort entre les ingénieurs électroniciens et les designer. Le dialogue et le partage doivent être sans limite dans cette phase. C'est à ce moment là que la négociation entre la forme souhaitée de l'objet final et son hôte se décide, ou plutôt se dessine devrai-je dire. Justement, se dessine, ce verbe est important dans cette réflexion.

La phase de placement des composants, se dessine, au même titre qu'un plan de maison dans lequel vous disposeriez vos meubles. Au même titre qu'un designer dessinant la coque d'un futur appareil





électronique. Je pense que le fait d'utiliser le même type d'outil, la même approche par le dessin, favorise grandement l'échange que le monde de l'ingénierie et celui du design peuvent avoir à ce moment là. Le langage parlé est compréhensible par les deux parties.

D'ailleurs les outils logiciels que nous possédons aujourd'hui, intègrent d'origine des passerelles pour dialoguer entre les différents logiciels de CAO, à minima, des exports de fichiers compréhensibles par l'ensemble de ces logiciels existent.

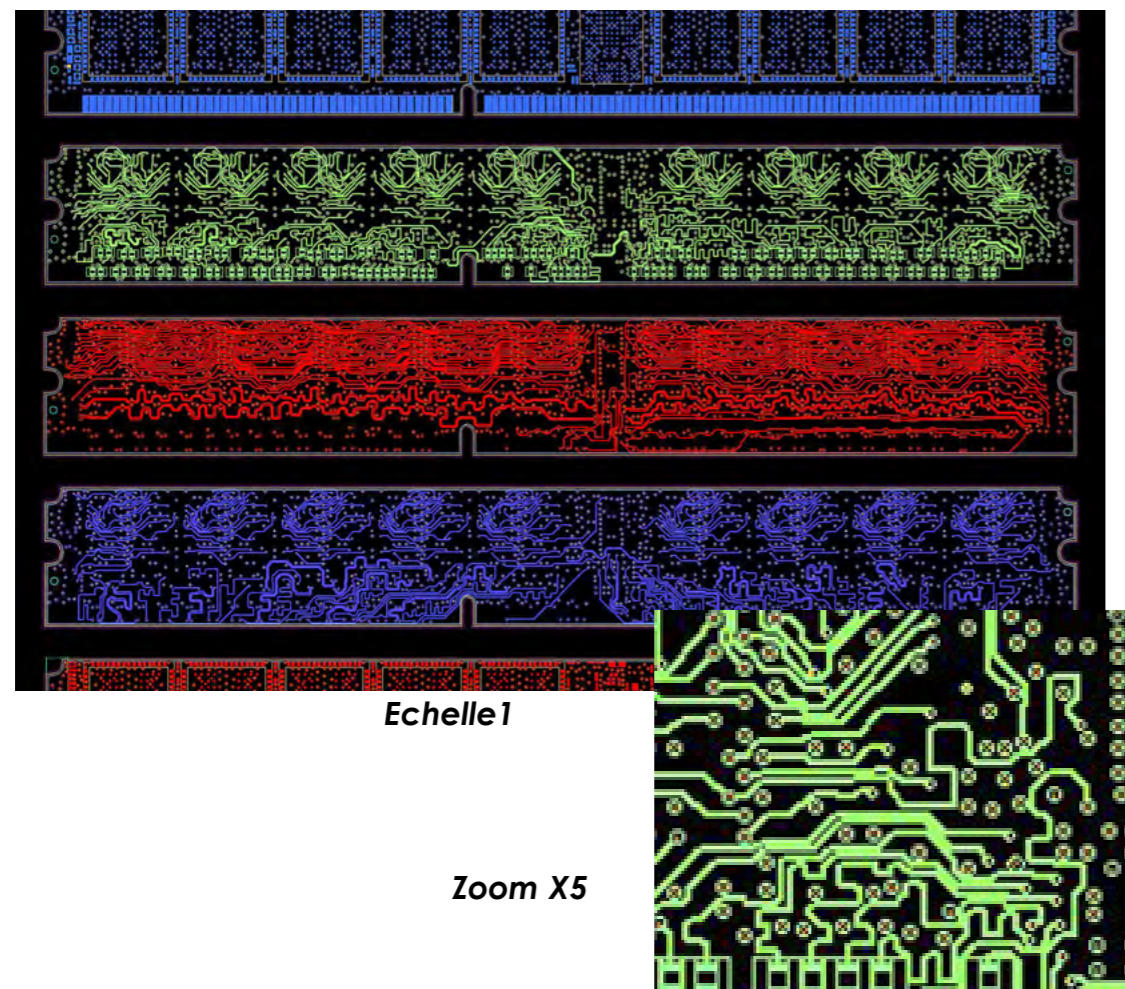
Ensuite arrive l'étape du routage lui même. Une fois que le placement des composants est entériné, il va falloir tracer les pistes qui vont connecter toutes les composants entre eux.

C'est un moment très attendu mais redouté en même temps par l'ingénieur électronicien. Les logiciels de CAO embarquent généralement des moteurs dits d'auto routage, qui sont censés être capable de tracer automatiquement les pistes pour vous selon des contraintes que vous aurez communiqué en amont et des algorithmes complexes.

Mais à ma connaissance, je n'ai pas encore rencontré d'ingénieur utilisant ces outils du moins sur l'ensemble d'un circuit. Les résultats de ces modules s'expriment en pourcentage, qui est rarement de 100%. Ce qui implique que l'ingénieur devra effectuer des réparations sur le résultat obtenu. Et ces opérations peuvent généralement être plus longue que de le faire entièrement soit même. De nouveaux algorithmes, de nouvelles approches se font jour, notamment l'auto routage topologique qui se base sur des mathématiques liées à l'étude des propriétés des figures géométriques et des solides qui ne sont habituellement pas affectés par les modifications de taille ou de forme, mais ils ne sont pas encore très développés ni facilement accessibles.

Cette étape est généralement prise comme un défi, un jeu de réflexion. Certes avec une règle du jeu compliquée, mais c'est une étape essentielle dans la création d'un circuit imprimé. C'est l'amorce du passage d'un schéma théorique, d'un ensemble d'équations, qui doit être mis en plan avant sa concrétisation sous une forme tangible.

La seconde photo, représente le routage de barrettes mémoires que vous trouvez dans vos ordinateurs personnels. Vous pourrez vous rendre compte de la finesse et de la complexité des routes élaborées.



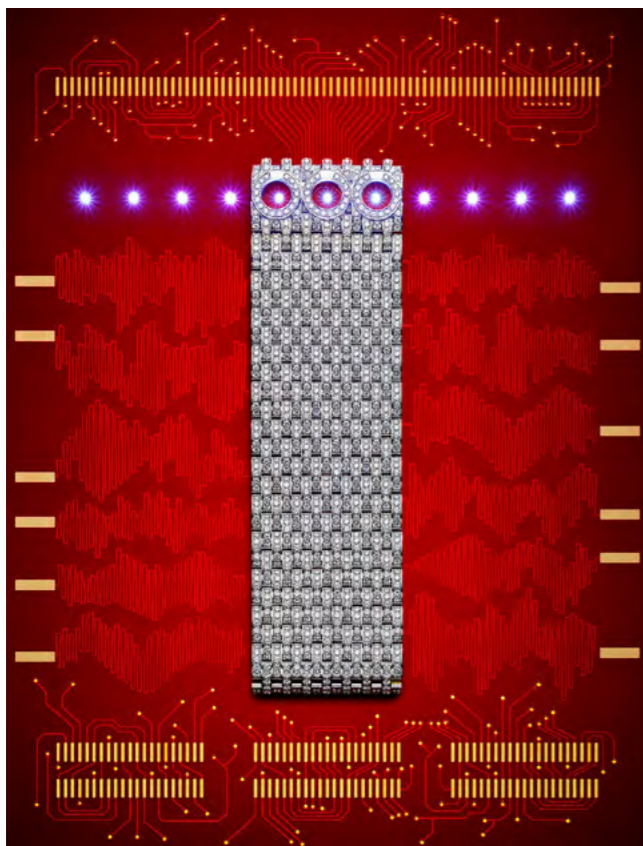
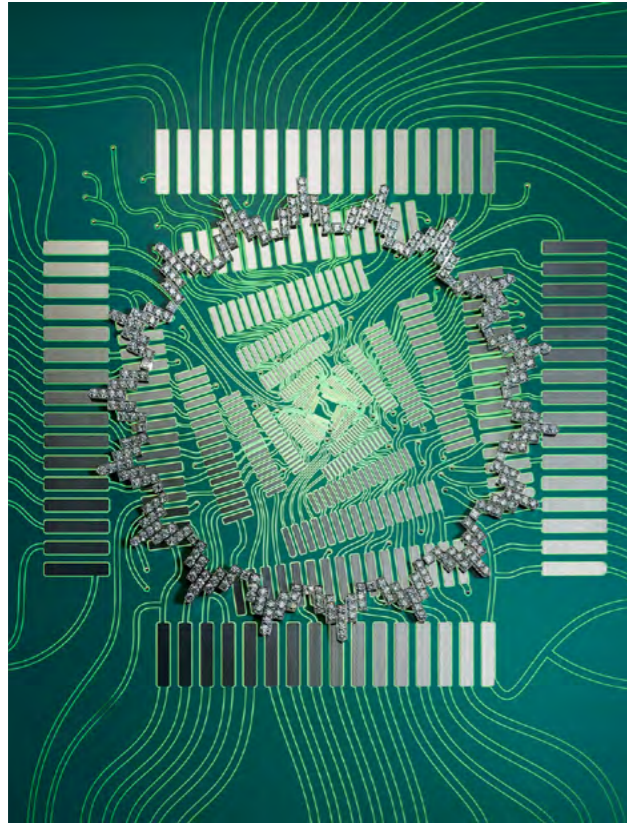
Cette discipline peut être comparée à un sport mental, une prouesse artistique, d'ailleurs, ce circuit imprimé de mémoire vive a été primé en 2014 lors des Technology Leadership Awards conférence annuelle lors de laquelle sont identifiés les concepteurs du monde de l'ingénierie électronique, qui lui applique les meilleures pratiques.

Et pour exprimer un peu plus ce côté vraiment particulier de l'ingénierie électronique, cette envie de créer un bel objet, même s'il est destiné à être enfermé dans une coque, certains vont jusqu'à jouer avec le tracé des pistes, la couleur de l'époxy, la forme du circuit, écrivent des commentaires voir des histoires.

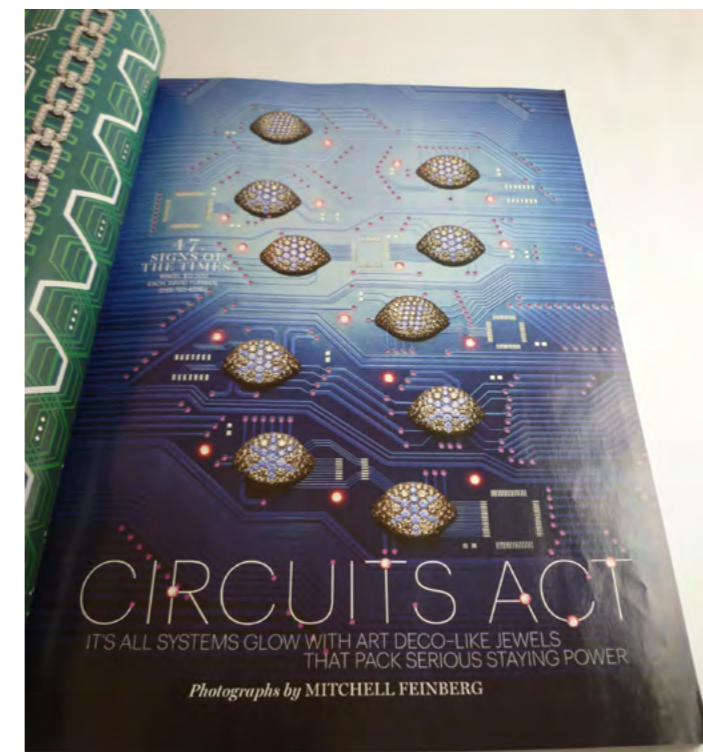
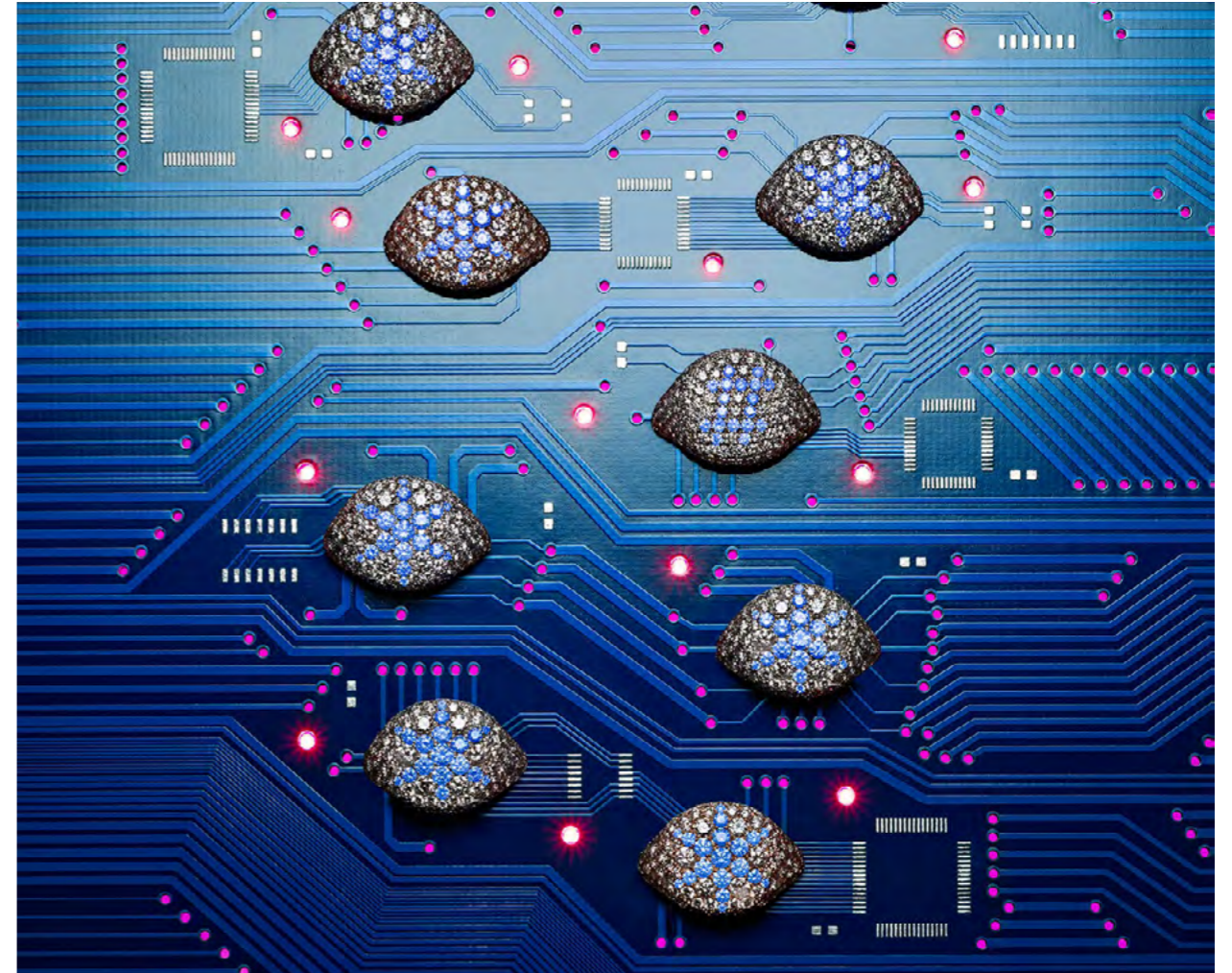
Quelle ne fut pas ma surprise, et mon sourire, quand j'ai pu ouvrir mon synthétiseur préféré qu'est l'OP1 de chez Teenage Engineering. Une petite phrase inscrite sur le PCB souple m'y attendait sagement.

Sur la page suivante, je vous laisserai admirer les œuvres d'un ingénieur poussant le concept encore plus loin.





D. Saar Drimer, à créer une entreprise (Boldport) spécialisée dans le design de PCB aussi beaux que fonctionnels . ci-contre une commande particulière du photographe MITCH FEINBERG pour le magazine Marie Claire US de décembre 2015, les circuits servaient de présentoirs pour de la joaillerie de luxe. Des LED de surfaces directement intégrés au PCB, alimentés par port micro USB sont responsable des jeux de lumières jouant avec les pierres précieuses. La confrontation de l'électronique avec son contenant n'existe pas.



2.3 Le Design une approche innovante non techniciste

"Industrial Design is a strategic problem-solving process that drives innovation, builds business success and leads to a better quality of life through innovative products, systems, services and experiences."



The evolution of the design profession has mirrored development of the surrounding economy.

Process Materials and mesurment Dan Cuffaro 2006

C'est la définition donnée par l'International Council of Societies of Industrial Design (ICSID).

La définition de l'ICSID complétée de cette timeline (Ligne Temporelle), sont un postulat de départ concernant le rôle attribué aux designers dans le monde de l'industrie d'aujourd'hui. Ce croisement est particulièrement vrai et vérifiable dans le monde de l'électronique. Même si personnellement j'aurais prolongé les traits représentant le rôle des designers. Ces compétences ce sont additionnées et non pas succédées.

Le design d'un objet électronique sera la plupart du temps en rapport avec la technologie que celui-ci contient et tente de metre en avant.

La technologie est un parmètre source de plusieurs paradoxes que le design aura pour but de lisser. La même technologie, initialement prévue pour simplifier la vie, proposant de plus en plus de fonctionnalités dans chaque appareil qu'elle équipe, compliquera aussi de plus en plus la vie en rendant l'apprentissage de l'utilisation de cet appareil plus difficile. Les technologies évoluent tout le temps, des innovations naissent tous les jours à tel point que même avec une veille active, il reste difficile, voir impossible de les suivre toutes.

Les designers sont des spécialistes de la conception de produits. Une de leur mission est de faciliter l'intégration des innovations, de comprendre ce qu'elles peuvent apporter, et de traduire cela en fonctionnalités possibles offertes et intéressantes.

Un designer, dans le monde de l'électronique et de l'informatique devra particulièrement se concentrer sur les IHM (Interface Homme Machine) et l'expérience utilisateur dans son approche. Notamment pour lutter contre un phénomène engendré par notre système économique et la société en générale que les Anglo Saxons appellent : Featuritis. Une maladie caractérisée par un trop plein de fonctionnalités. D'inutiles, ces fonctionnalités peuvent aller jusqu'à embrouiller le sens de l'objet lui même et le rendre inutilisable. La demande des utilisateurs, la comptétion inter fabricants, les services marketing en sont plusieurs causes connues.

Et même s'il s'agit d'un objet ou d'une fonction simple dans son utilisation, celle-ci ne doit pas être négligée pour autant, bien au contraire. Il y a des codes, des langages déjà existants, et si son mode d'utilisation va à contre sens d'un code établi, ce sera à coup sûr un échec dans son adoption.

S'il s'agit d'une innovation dite radicale, sans précédents, le design des nouveaux gestes ou procédures d'usages devront être construits et ce de manière à être appréhendé par le plus grand nombre de manière intuitive.

On peut citer en exemple les gestes apportés par Apple (ou plutôt par Fingerworks société achetée par Apple) avec leurs premiers écrans multitouch adoptés pour la création de l'iPhone et des iPod Touch. Le design des fonctionnalités et des gestes permettant de piloter cette nouvelle technologie a été essentiel dans le succès de ces appareils, associés à un système d'exploitation très ergonomique. La technologie existait déjà depuis de nombreuses années, plusieurs essais de lancement sur le marché ont été tentés, mais l'alchimie du design et de l'acceptation du publique n'étaient vraisemblablement pas au rendez-vous.

Le design dans l'élaboration d'un objet électronique destiné à être fabriqué industriellement est incontournable voir même dans certains cas, il doit être à l'origine du projet. J'ai été témoin dans mon parcours de projets où la notion de design était inexistante ou plutôt effectuée

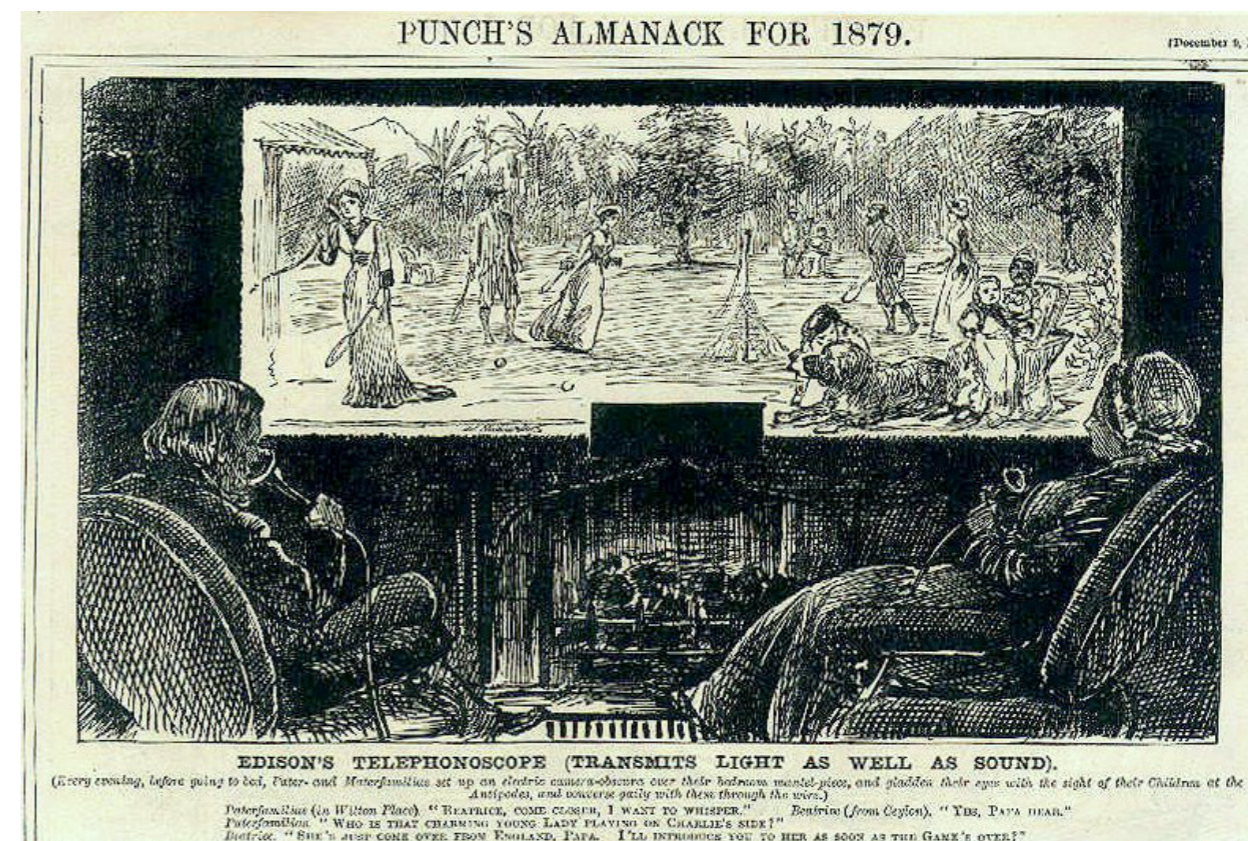
par des corps de métiers dont ce n'est pas le rôle. Pour la création d'appareils destinés à simplifier la vie qui n'ont jamais eu le succès que cela aurait du, le besoin existait réellement pourtant. J'ai suivi de loin un projet concernant la conception de traducteurs automatiques qui devaient être distribués sur les chantiers internationaux pour que les différentes équipes provenant de pays différents puissent communiquer facilement.

La technologie fonctionnait très bien, l'électronique était industrialisable sans problème. Le travail mené pour créer des bases de données sur le langage de plusieurs pays a été faramineux, mais très complet. La partie mécanique qui était elle aussi très importante, les conditions de chantiers pour lesquels étaient destinés ces appareils amenant des contraintes très fortes (étanchéité, plages de températures d'utilisation extrêmes).

Mais, un point primordial avait été sous estimé. L'IHM, les gestes imposés pour son utilisation. Les collaborateurs de différentes nationalités n'avaient pas attendu l'arrivée de ces appareils pour mettre en place des codes d'échange entre eux pour avancer sur les différents chantiers. Et cet appareil, bien que techniquement très évolué, leur imposait au final une gymnastique d'utilisation et une phase d'apprentissage trop importante pour le résultat obtenu qui pouvait être bien moins rapide et efficace que leurs codes propres.

Dans le monde des nouvelles technologies la non réussite d'un projet est fréquente, très fréquente. Entre un concept et l'acceptation de celui-ci par de potentiels utilisateurs, des dizaines d'années peuvent s'écouler. Don Norman décrit très clairement ce phénomène en prenant l'exemple du visiophone, concept pour la première fois évoqué en image par George du Maurier en 1879, il aura fallu 120 ans environ, pour que cela devienne un objet commun. Vous me direz que les technologies sont présentes désormais pour résoudre beaucoup de problématiques et permettre la création de nouveaux concepts et objets à tous les coups de bras? Faut-il encore bien définir une problématique avant de lui trouver des solutions acceptables.

Une équipe de designers travaillant sur un projet de conception électronique devra pouvoir prendre du recul face à la technologie. La technologie à elle seule sera inutile dans bien des cas si elle n'est pas travaillée au même titre qu'on façonne un matériau.



Le design dans la pratique, devra prendre en compte des contraintes venant de diverses sources. On ne pourra dans le monde réel raisonner de la même manière que la théorie pourrait nous le dicter. Il faut placer les designer dans le contexte de l'organisation des groupes industriels ou autres entreprises créatrices de produits électroniques, et dans le contexte économique existant :

"It is the distributors who are the real customers, not the people who eventually buy the product in stores and use it in their homes."

Le monde réel apporte ses contraintes, obligeant la théorie à faire des compromis. Le monde de l'électronique n'y fait pas exception. Le design doit s'en accommoder. Ses processus et son champ d'interventions devront se calquer sur le mode de fonctionnement de l'entreprise, aller dans le sens des stratégies décidées par celle-ci. Et comme il est écrit dans la citation ci-dessus, il ne faut pas se tromper de cible, la plupart du temps les distributeurs seront les personnes à séduire et non comme l'éthique du design industriel le requiert, l'utilisateur final.

Dans le secteur de l'électronique grand public Français, la notion de design dans les processus est quasiment acquise désormais. Comme dans le secteur automobile, ce sont tous deux secteurs très concurrentiels.

Cependant pour qu'elle y soit efficace celle-ci devra au minimum être rattachée aux services d'ingénieries. Le point de rencontre, matérialisé en vert sur la figure 1 ci-après, entre ces deux entités est primordial.

Des choix en communs devront être fait, des négociations devront se mettre en place. Une véritable synergie est nécessaire pour la bonne réussite d'un projet.

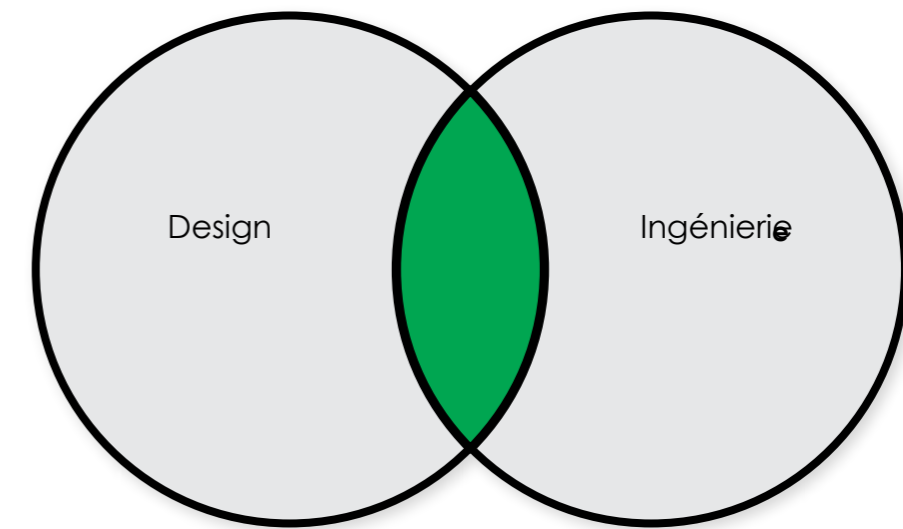


Figure 1

Dans la figure 2 on se rend bien compte que le designer devra naviguer dans plusieurs mondes bien différents les uns des autres.

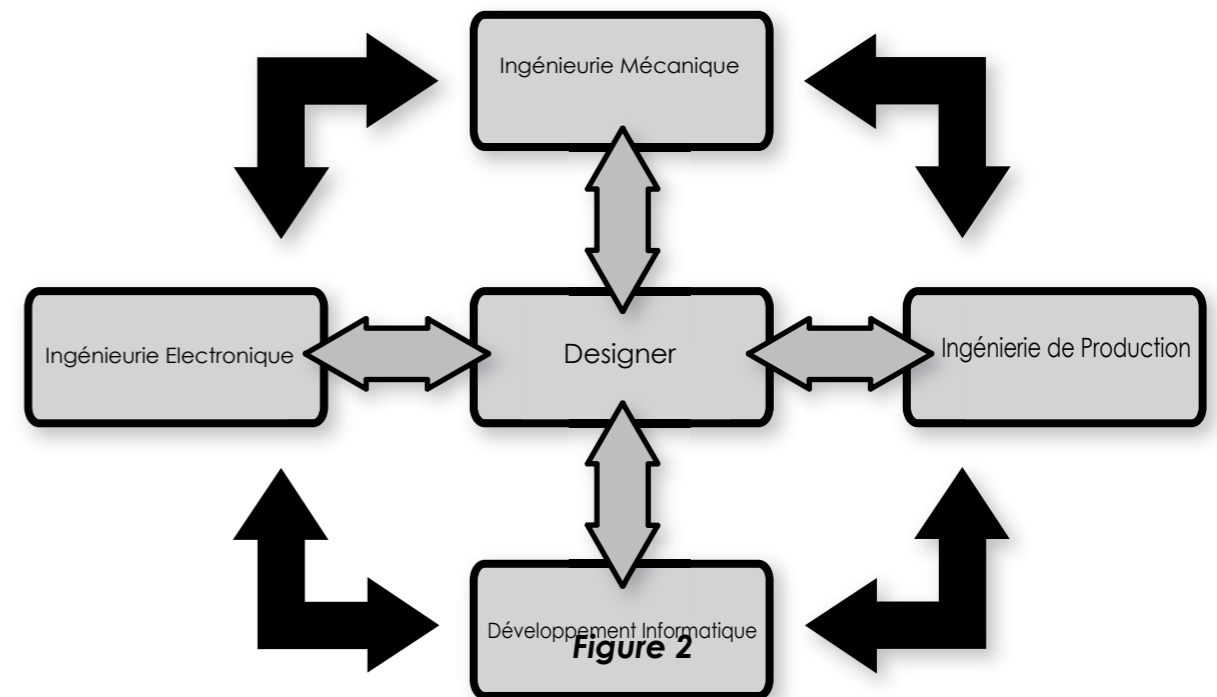
Les produits électroniques contemporains sont désormais basés sur des microcontrôleurs voir microprocesseurs pour la plupart d'entre eux. Une grande partie des fonctionnalités du produit sera programmée logiciellement. L'électronicien devra travailler de front avec le développeur. Mais que ce soit pour la partie matérielle aussi bien que logicielle, le designer, lui, devra prendre part à ces deux développements qui auront un rapport direct avec l'IHM et la forme de ces objets.

Il en est de même pour la conception mécanique, et la faisabilité de la mise en fabrication.

Sans prétendre que le designer devra nécessairement être le chef de projet, il devra d'une manière ou d'une autre être le plus transversale possible. Il devra se faire accepter par des corporations qui n'ont pas du tout la même approche et le même type de logique que lui, comprendre leurs problématiques, y prendre part, et apporter des solutions. Sans être responsable nominativement, sa mission première restera la réussite du projet et la mise en production du produit.

Le Designer ne sera pas forcément la seule personne à influencer la forme, mais c'est à lui que reviendra la responsabilité de son étude.

Et plus précisément dans le développement d'un produit contenant de l'électronique, le designer ou l'équipe de designer va se retrouver généralement face à quatre métiers de l'ingénierie :



Conclusion

En introduction, je me posais des questions concernant la forme qu'adoptent les objets électroniques que nous utilisons tous les jours. Mais plus que la forme elle-même, mon but était surtout de comprendre les différents processus et raisonnements qui amènent à ces formes. Ils sont nombreux et dépendent d'une multitude de paramètres. La famille des métiers intervenant dans la création d'un objet électronique est grande. Les cultures, les philosophies de chaque membre sont très hétérogènes. Les buts poursuivis par chacun sont différents. Ces différentes alchimies entre les métiers vont fortement influencer les formes qui seront données à nos objets électroniques.

Le survol historique que nous avons effectué sur les différentes avancées technologiques, qu'elles soient électroniques ou mécaniques, nous montrent que ces points d'entrées dans le monde de la création ont influencés au plus haut point le design formel.

Les postes de radio ont été les premiers véritables objets contenant de l'électronique à avoir été domestiqués. D'abord avec des formes déjà existantes en provenance de l'ébénisterie traditionnelle, puis la distribution de masse à nécessité d'utiliser de nouvelles méthodes pour la production. Par voie de conséquence une infinité de nouvelles formes ont vu le jour. L'évolution de l'électronique a permis des créations d'objets nouveaux voir de famille entière comme les appareils nomades. Ceux-ci ont nécessité une approche nouvelle dans la création de produit, tant dans les formes que dans les matériaux utilisés. Et surtout dans leurs interfaces utilisateurs. C'est de l'électronique elle-même que sont venus les outils nécessaires à ce développement.

Une famille dérivée des objets électroniques très particulière et influente dans le monde du design est née : L'informatique. Autant que la mécanisation des outils de production, l'informatique est aujourd'hui au cœur de tous les projets de création (d'objets électronique j'entends). Le design formel, le développement des cartes électroniques, la programmation des machines outils, le marketing, la gestion de projet, l'approvisionnement des matières. Les formes créées sont sous l'influence des algorithmes implémentés dans les logiciels de conception et ne cessent d'évoluer.

Une des raisons qui m'attire le plus dans le design de ces objets, est la relation entretenue entre le contenant et le contenu. Le mode de communication entre les objets et nous. L'ingéniosité des interfaces homme machine désignées depuis l'apparition de l'électronique me

fascinent. J'ai en mémoire les premiers Walkmans SONY avec leurs boîtiers en aluminium leurs touches à fleur de boîtier qui actionnaient de petits moteurs (Walkman SONY WM11 1981), plus d'effort mécanique pour lancer la lecture, et tout cela dans un boîtier plus petit et qui proposaient une fonction très innovante : l'autoreverse jusque là uniquement réservé aux platines cassette hifi de haute facture. Dieter Rams dans ses « 10 principes du bon design » énumère pour moi des principes que je ressens depuis toujours. Aussi bien en tant que consommateur que concepteur. Il aborde la conception d'un objet avec des notions d'honnêteté de discrétion et de respect envers les personnes qui seront les utilisateurs. Ses « héritiers » comme Jonathan Ive ont su perpétuer sa philosophie avec le design de nombreux Mac et autre iPhone.

Il existe énormément de familles d'objets électroniques citées dans ce mémoire. Chacune par leur appartenance apportent déjà des informations sur la forme que prendront les objets qui la compose. Comme dans d'autres familles d'objets, comme le mobilier par exemple, il y a des classes au sein même de ces familles : produits de luxe, souvent soulignés par l'emploi de matériaux dits nobles, produits de grande consommation, pensés et conçus dans une optique de vente de masse. Mais une chose est commune à toutes ces classes, le choix des matériaux ne peut être laissé au seul besoin formel ou esthétique.

Si l'électronique s'est développée de manière vertigineuse, il est un domaine à qui elle doit beaucoup : l'industrie du plastique. La démocratisation des objets que nous étudions n'aurait certainement pas eu lieu sans les avancées dans le domaine de la production grâce à la généralisation de l'emploi des matières plastiques. L'électronique a toujours, jusqu'à maintenant, cherchée à véhiculer une image innovante. Ceci se traduit très régulièrement par une expression futuriste d'un produit. Et donc de créer des formes nouvelles non existantes. Outre leurs propriétés techniques qui conviennent particulièrement bien à l'électronique : isolation électrique, non blocage des ondes radio, leurs coûts et la souplesse de fabrication les rendent souvent indispensables à la réussite d'un projet.

Cependant la banalisation de son emploi donne aujourd'hui à réfléchir. En termes de pollution surtout, mais aussi pour le sujet qui nous concerne. Certes, beaucoup plus souple que n'importe quel

autre matériau dans les formes atteignables, le plastique aujourd'hui ne confère pas forcément une image positive d'un produit. D'ailleurs désormais, pour prouver de l'appartenance aux familles de produits haut de gamme une des différenciations impératives sera l'adjonction de matériaux plus nobles comme les métaux ou le bois. Ce que j'en conclu c'est que la phase de choix des matériaux est primordiale et va de paire avec l'étape de design formel. Dans mes expériences passées, c'est un facteur que nous avons tendance à trop minimiser.

J'ai décidé dans ces écrits d'aborder l'ingénierie par le récit de certaines de mes expériences. C'est un monde avec lequel j'ai collaboré pendant de nombreuses années. Assez pour savoir que c'est un ensemble de métiers essentiels dans la création d'objets embarquant de l'électronique. Assez d'années aussi pour savoir qu'il existait un rapport bi latéral de vassalité entre le monde du design et celui des ingénieurs (en France). Je me suis permis de conjuguer le verbe exister au passé, car c'est de moins en moins vrai, la plupart des acteurs avec qui j'ai collaboré sont désormais au fait de l'importance du design dès le démarrage d'un projet de création.

S'il est vrai qu'un processus cohérent (pour les designers) serait : Les designers modélisent, pensent maquette, l'ingénierie consolide normalise puis fabrique, il en est très souvent tout autre dans la réalité (des ingénieurs), et ce particulièrement dans le monde de l'électronique. J'ai plutôt été témoin d'un enchaînement inverse : Ingénieurs testant une nouvelle technologie, pensant à des utilisations possibles, rédigeant un cahier des charges fonctionnel, développant toute la partie hardware et software de l'électronique, inclure enfin des dessinateurs industriels pour habiller le tout. Cette méthode est très aléatoire dans ses résultats et nous donne souvent des objets créés par des ingénieurs, uniquement utilisables que par des ingénieurs. C'est assez caricatural mais malheureusement encore existant.

En comparaison du couple Architecte/Constructeur, celui qui unit l'électronicien au designer est bien moins problématique. Certainement car les électroniciens sont eux-mêmes designers à leur manière. Un électronicien doit prendre en compte le même genre de contraintes qu'un designer auquel on aurait confié la conception d'un objet lambda. Il va dessiner, penser aux interactions entre les composants, imaginer tous les scénarios de fonctionnement. Dans la conception d'objets contenant de l'électronique, ces deux métiers devront mener

une collaboration étroite et continue. La standardisation des fichiers numériques aide à cela. Cependant, d'expérience désormais, il est à mon sens primordiale que l'union de ces 2 métiers s'effectue dès les prémices d'un nouveau projet, mettant en place des processus communs et plus efficaces.

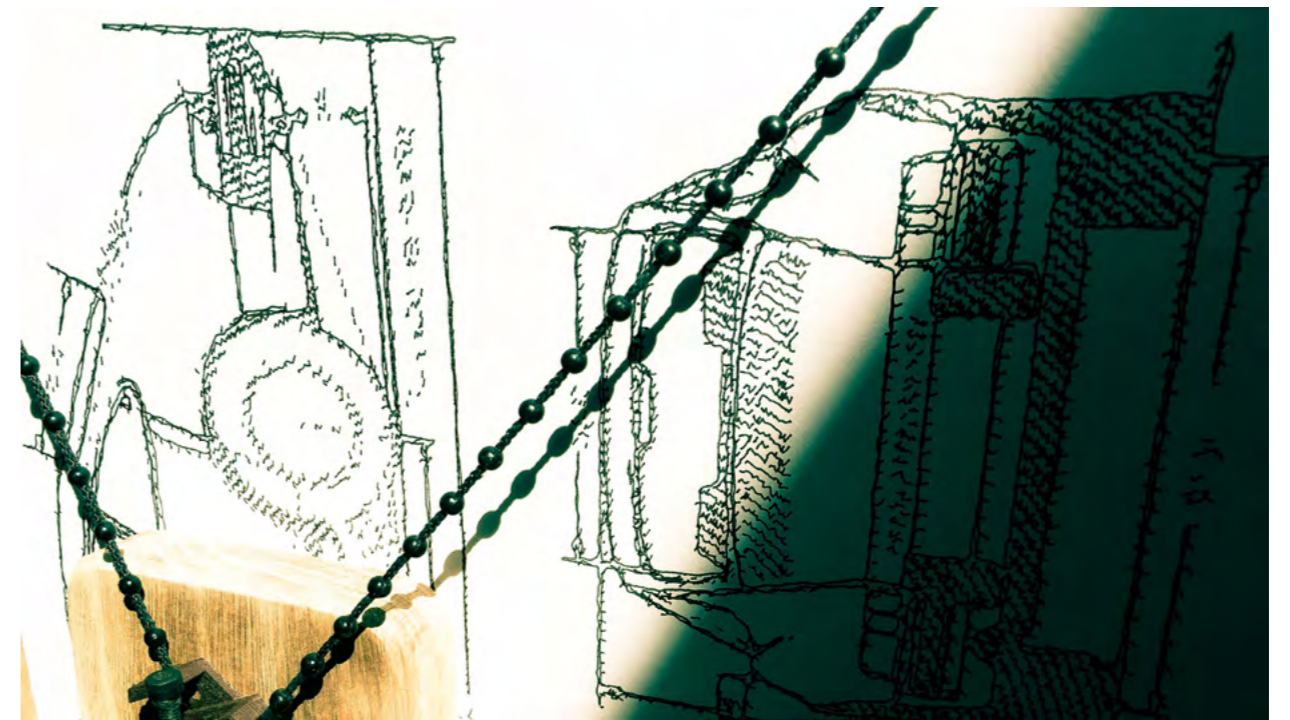
Le rôle du design dans la création d'objets électroniques, m'apparaît trop souvent mésestimée. Le métier de designer et son importance sont effectivement reconnues. Par contre le positionnement de ces derniers n'est pas toujours optimal. Pour que le designer puisse jouer son rôle pleinement, il lui faudrait un passeport pour naviguer d'un métier à l'autre, prendre part aux décisions de tous les métiers impliqués dans la conception, et pour cela il faudrait qu'il puisse survoler tous les métiers comme le marketing, les développeurs informatiques, les services financiers et juridiques. Mais la transversalité dans les grandes organisations est un art difficile à pratiquer, et le designer devra s'en accommoder.

L'histoire de la conception électronique faisant son chemin, de plus en plus de preuves sont mises en évidence, montrant l'importance, et la nécessité d'un design approprié pour la réussite dans la création d'un produit à succès. Le succès d'une nouvelle technologie ne dépend pas des possibilités qu'elle offre, mais bien plus de la manière dont elle sera mise en forme.

Cette étude m'amène aux conclusions suivantes. Une évidence sur la nécessité d'un design pour n'importe quelle conception n'est plus à prouver. Par contre, il est pour moi clair que la création de la forme ne reviendra pas entièrement et librement au designer. Ce choix, devra être raisonné autour de règles propres à tous les métiers qui devront participer au projet.

En 2016, les moyens mis à la disposition des designers, notamment tous les processus et outils de prototypage rapide permettent de renforcer et mettre en avant leur rôle et importance. Le design formel devra intervenir dès la première étape. Dans un objet électronique, la relation entre l'hébergeur et l'hébergé ne formera qu'un tout en tant que produit final. Il faut qu'il en soit de même dans l'acte de création.

Un nouveau schéma de production essaie de percer depuis ces 10 dernières années. Le mouvement des Makers. Une mouvance qui ressemble fortement au monde de l'auto production musicale. Design, conception électronique, fabrication et distribution peuvent être réalisés par une seule et même équipe, en s'appuyant sur la force de communautés. Voir même par une seule et même personne. Les formes et types d'objets en résultant ne pourront qu'amener de types de produits nouveaux. Ce sont ces processus de conception que je vais maintenant explorer dans la mise en place du projet de finalisation de mon diplôme.



Guillaume Lectez 2016

Bibliographie



- Gilbert Simondon : Du mode d'existence des objets Techniques
- Armand Hatchuel : Les nouveaux régimes de la conception
- Histoire du Design de 1940 à nos Jours : Raymond Guidot
- Eloge du carburateur : Matthew B. Crawford
- Procédés de Fabrication & Design Produit : Chris Lefteri
- Makers La Nouvelle Révolution Industrielle : Chris Anderson
- The Design of Everyday Things : Don Norman
- Design for Hackers Reverse Engineering Beauty : David Kadavy
- Adrian Forty : objects of desire
- Process Materials and mesurment Dan Cuffaro

Remerciements



Je tiens à remercier toute l'équipe pédagogie de l'ENSCI les ateliers qui ont réussi à déclencher en moi un mécanisme de questionnement qui me pousse à appréhender mes projets différemment et beaucoup plus sereinement.