

---

# Concevoir et réaliser un produit du « design universel », enfin ?

ou

## comment doucement orienter le processus naturel de conception de produits pour tous

Jean-François Bassereau\*, (Claire Audrain\*, Emmanuelle Bierce\*, Nicolas Roudevitch\*, Julien Sauvalle\*, Antoine Provost\*, Loïc Tching\*, étudiants en Mastère de Recherche ICI), Ameziane Aoussat\*

\* ENSAM Paris, laboratoire CPI,  
151, bd de l'Hôpital, F 75 013 Paris  
([prénom.nom@paris.ensam.fr](mailto:prénom.nom@paris.ensam.fr)), 00 33 1 44 24 63 47

\*\* EO EDPS  
69, rue gorge du loup  
[www.eo-edps.fr](http://www.eo-edps.fr), 00 33 04 72 53 98 26

---

*RESUME. Le design universel aspire à l'accessibilité pour tous, seniors, pauvres et mal lotis de la vie. Le concept d'utilité, les vœux pieux de l'ergonomie de conception n'y font rien, peu de produits peuvent revendiquer une appartenance au design universel. Après une mise en perspective historique du design universel, nous en proposons une définition. « Concevoir des produits et des environnements utilisables par tout individu dans la plus grande mesure possible, sans nécessité d'adaptation ou de design spécialisé ». Nous détaillons les 7 grands principes du design universel, illustrés par les résultats d'un projet pluridisciplinaire pédagogique de 6 Mastériens ICI (destiné aux personnes déficientes sensorielles).*

*Si traduire pour tous, les consignes d'évacuation de bâtiments recevant du public, peut paraître du bon sens, nous montrons que grâce à un processus de conception naturel des produits, doucement orienté sensoriellement, les réponses apportées sont toutes pertinentes et validées par les utilisateurs mêmes et leurs représentants. Les résultats obtenus dans une durée de 21 jours sont présentés et discutés. Nous montrons l'existence de plusieurs pré requis à la conception de produits en ingénierie simultanée. L'occasion, in fine, de proposer une nouvelle alternative de conception intégrée, tout en rendant plus souple l'usage des outils et des méthodes.*

*ABSTRACT : The universal design aspires to accessibility for all, seniors, the poor and badly parcelled out life. The concept of utility, the pious wishe of the design ergonomics do nothing there, little of products can assert a membership of the universal design. After a setting in historical prospect for the universal design, we propose a definition of it "To design products and environments usable by any individual in greatest possible measurement, without need for adaptation or specialized design". We detail the 7 great*

*laws of the universal design, illustrated by the results of a teaching multi-field project of 6 Mastériens ICI (intended for the sensory defective people). We show that thanks to a natural process of design of the products, gently directed towards sensoriality, the answers brought all relevant and are validated by the same users and their representatives. The results obtained in one 21 days duration are presented and discussed. We show the existence of several pre required with the design of products in simultaneous engineering. In fine, the occasion, to propose a new alternative of integrated design, while making more flexible the use of the tools and the methods.*

*MOTS CLES: Design universel, Braille, Produit sensoriellement innovant en orientation multi modale, Conception « naturelle » en ingénierie simultanée.*

*KEY WORDS : Universal design, Braille, Produce with sensorial's innovating in many modal orientation, "natural" Conception in simultaneous engineering.*

---

### **Avertissement**

Pendant 21 journées travaillées (le mois de janvier 2005), 6 étudiants en Mastère de Recherche ICI (ENSAM, Ecole Centrale Paris), que j'ai co dirigés avons conçu et réalisé un produit destiné aux personnes handicapés sensoriellement. Sans consigne, autre que le délai, le groupe sans hiérarchie s'est naturellement formée en binôme. Un processus de conception naturel s'est mis en place sur une volonté commune de tendre vers un même objectif. Mélanger action de conception et recherche expérimentale générant de réelles avancées de connaissance. Nous présentons ici quelques uns de ces résultats obtenus par une conception intégrée « naturelle ».

### **Pourquoi réaliser des plans et cartes en reliefs pour les aveugles<sup>1</sup> ?**

L'enjeu est aisé à comprendre. Alors que les bâtiments publics ( administrations, écoles, musées, hôtels...) font des efforts d'accessibilité pour tous les publics, la responsabilité de cet accueil comporte plusieurs obligations ; Obligations de repère et nécessité d'assurer la sécurité du public, particulièrement en cas d'incidents, voire d'évacuation nécessaire.

Or les aveugles, les mal voyants, les personnes sourdes restent le public des personnes handicapés délaissés puisqu'on assimile celui-ci davantage aux personnes présentant des handicaps de motricité. Les efforts d'accessibilité semblent être suffisants, nécessaire et suffisant ? Le mouvement activiste américain n'a pas encore franchi l'Atlantique. Heureusement pour les pouvoirs publics, pour notre malheur. Le design universel apporte son lot de principe que nous avons décidé de suivre.

### **Le design universel**

Il existe une notion inhérente à la société qui vise à faciliter l'accès à un plus grand nombre de tous les services disponibles. De l'accès à l'enseignement, à la culture, la

---

<sup>1</sup> Mais aussi aux mal voyants, aux sourds

notion d'égalité a progressé jusqu'à celle d'équité. Pourtant en terme de conception de produits, seules quelques nouvelles disciplines ont l'ambition noble de proposer des produits et des environnements utilisables par toute personne dans la grande mesure du possible, sans nécessité d'adaptation ou de design spécialisé. L'ergonomie, le design pour un monde réel ont tour à tour partagé ces objectifs, jusqu'à aujourd'hui le design universel. « Né aux Etats –Unis dans le sillage du mouvement activiste pour la reconnaissance des droits des handicapés, le « design universel » aspire à l'accessibilité à tous, vieux, jeunes, pauvres et mal lotis compris»<sup>2</sup>.

### **Les 7 principes du design universel**

- 1°) Utilisation égalitaire, évitant la ségrégation ou la stigmatisation de l'utilisateur.
- 2°) Flexibilité à l'usage des outils et ustensiles indifféremment dessinés pour droitiers ou gauchers par exemple, ou plus généralement pour des sujets frappés de handicaps légers.
- 3°) Utilisation simple et intuitive, ou comment faciliter l'usage d'un appareil, d'un outil à toute personne, quelles que soient sa langue et sa culture.
- 4°) Information perceptible, ou communiquer le nécessaire en images, mots ou sensations, tactiles par exemple.
- 5°) Réduction des risques d'accidents domestiques, ou comment le design peut concourir à la sécurité
- 6°) Effort physique minimal en sollicitant peu ou pas du tout le corps et en réduisant au maximum la fatigue.
- 7°) Dimension et espace libres pour l'approche et l'usage dans l'habitat (cuisine, salle de bains) ou les services (transports, bâtiments publics, magasins).

### **Contexte**

Depuis quelques années, une lutte acharnée s'est engagée entre les associations de défense de personnes en situation de handicap et les pouvoirs publics, sur la grande question de l'accessibilité. Le problème n'est malheureusement réellement abordé que depuis peu, à grand renfort d'événements médiatiques<sup>3</sup>. En 2005 les personnes souffrant de déficience visuelle ou de cécité représentent en France 1,5 millions de personnes dont 110 000 aveugles, parmi lesquelles seulement 20 à 30% lisent le braille (source Quid 2005). Le réveil de la France avec le projet de loi pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées » est la première pierre d'un énorme projet d'amélioration de l'accessibilité en France<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Léonforté P. - « se simplifier la vie », Beaux-Arts Magazine, hors série N° 11, P. 102 ISSN 0757-2271

<sup>3</sup> . La France est en retard, surtout lorsqu'on regarde les résultats de nos voisins européens, d'après C.Cuxac (lors de la journée de la recherche sur le thème « Société, Individu, Handicap » le 26/11/2004), « A déficience égale, il est plus difficile de vivre à Paris qu'à Stockholm ».

<sup>4</sup> Le président de la République Française a donc fait de la politique du handicap l'une des trois priorités de son mandat, avec la sécurité routière et la lutte contre le cancer. Le chef du gouvernement actuel se doit de remplir

### Comprendre la construction de la représentation spatiale

Le but de toutes perceptions, dans toutes ses modalités sensorielles consiste suite à un apprentissage relatif et qualitatif à permettre une reconnaissance et une qualification des objets, une organisation du champ perceptif tout en lui donnant sens au travers d'éléments particuliers appréhendables : surface, volume, espace, matière, couleurs, textures...

Le fait de pouvoir se diriger dans un espace nouveau pré suppose de nombreux acquis. Le premier correspond à notre capacité à disposer d'une représentation mentale de notre propre corps et de ses membres en statique et en dynamique ce qui ajoute une capacité d'ajustement permanent et immédiat<sup>5</sup>.

« L'établissement mais aussi l'asservissement de la « mémoire musculaire » se rapportent à une **représentation spatiale**<sup>6</sup> précise du lieu, fondée sur une sorte de **carte mentale**<sup>7</sup>, encore appelée « carte cognitive ». Cette dernière s'élabore grâce à l'investigation pluri sensorielle de l'environnement : visuelle, tactile, auditive, kinesthésique, olfactive »<sup>8</sup>. Comme la vue s'attache naturellement à la reconnaissance de ce qui est perçu, un phénomène d'intersubjectivité s'établit entre ce qui est vu et ce qui est naturellement détaché de son environnement (principe de la Gestalt, distinction figure/fond) et ce qui est catégorisé, rattaché à une famille d'éléments connus. Des relations de causalité construites entre différentes fonctions cérébrales et somatiques permettent en amorçage de nommer ce que l'on voit et ce que l'on a identifié relativement à une ou plusieurs catégories déjà mémorisées.

Sans la vue, c'est le toucher et les autres modalités sensorielles dans une moindre proportion qui prennent le relais. Pourtant le toucher de l'espace reste analytique. Il faut un effort de construction pour disposer d'une représentation globale<sup>9</sup>. En effet, la perception tactile de l'espace est moins synthétique que la visuelle. HATWEL parle de l'espace « égocentré » du toucher et de l'espace visuel « allocentré »<sup>10</sup>.

---

cet engagement : « notre cité doit être organisée autour d'un principe d'accessibilité maximale, quelle que soit la situation des personnes ». Mais les actions concrètes sont lentes à se mettre en place.

<sup>5</sup> « Le voyant possède une faible conscience des afférences issues de la kinesthésie ou y attache une importance très limitée car elles sont intégrées dans les automatismes inconscients du fait de la suprématie visuelle [on peut écrire « monopole du visuel »]. Il se fie quasi exclusivement à sa vigilance et sa mémoire visuelle ». RAYNARD F. - « Un autre regard », éd. Solal, Paris, (200?).

<sup>6</sup> Le terme de représentation spatiale englobe l'acquisition intellectuelle ( cognitive) fondée sur le vécu sensori-moteur qui permet de connaître et maîtriser les déterminants de l'espace et les relations de son corps avec eux.

<sup>7</sup> Le néologisme « carte mentale » représente la connaissance intellectuelle mémorisée de la forme et des composants d'un trajet. Elle s'attache à un vécu sensori-moteur.

<sup>8</sup> RAYNARD F. - « Un autre regard », éd. Solal, Paris, (200?).

<sup>9</sup> Le toucher permet de définir les caractéristiques des éléments constituant l'environnement, plus particulièrement adapté pour les objets et offre une grande diversité de sensations et de perceptions. Pour Pierre Henry ( 1958), la manipulation d'un objet et les sensations qui en résultent constituent une expérience qui permet de prévoir l'avenir tout en tenant compte du passé. Cette approche du milieu reste néanmoins analytique du fait de la succession des interprétations issues des différentes sensations mises en ordre et la représentation se globalise dans une seconde phase.

<sup>10</sup> « Ce qui saute aux yeux ne sautent pas aux mains ». Hatwell Y. - « toucher l'espace », éd. ?, Paris, 200 ?

La perception visuelle de l'espace n'est pas que catégorielle, elle globalise tout en particularisant, c'est-à-dire tout en situant les uns par rapport aux autres des points remarquables. L'ensemble est rendu « manipulable » par la construction d'une représentation mentale du milieu qui ordonne le global et les points y compris un particulier, nous-même, situé dans l'espace re construit et représentée dans une image sensorielle. Celle-ci pourra dialoguer à tout moment avec d'autres images sensorielles, changer de zoom (macro ou microscope), et tisser certaines relations privilégiées avec la mémoire.

La personne aveugle ne dispose que de points particuliers pour la construction de la représentation plus globale d'un espace. Une synthèse comparative permet de mieux se représenter les différences qui existent entre voyants et non voyants (Cf. tableau N° 1).

Mais l'environnement induit des réactions, des comportements, et la personne apprend à s'en accommoder. Il s'ensuit un jeu d'apprentissage et l'assimilation et la création de nouveaux comportements qui passent de stéréotypés et grossiers à spécifiques et discriminatifs par le jeu d'essais, erreurs, rétroactions, adaptations et transformations, réussites et généralisations.

Et ce jeu participe grandement à la tenue des performances. Sans sollicitations régulières, elles baissent. C'est souvent le cas pour la lecture du braille, une fois appris, l'entraînement diminue avec le peu de texte exploré, et la personne aveugle finit par cesser de l'utiliser<sup>11</sup>. Il y a une impérative nécessité à faciliter la création et l'utilisation d'une « visualisation mentale ». Elle s'élabore à l'aide d'informations très qualitatives, comme les afférences pluri sensorielles. La personne utilise une véritable « vidéo intérieure » pour reprendre le mot de RAYNARD<sup>12</sup>.

<b>voyant</b>	<b>non voyant</b>
représentation mentale spatiale allocentrée	représentation mentale spatiale egocentrée
perception spatiale avec focale variable	perception spatiale avec focale fixe
représentation mentale du corps en apprentissage « naturel inné » <sup>13</sup>	représentation mentale du corps en apprentissage « à acquérir »
correction et ajustement immédiat du corps dans l'espace	correction et ajustement avec décalage entre le corps et l'espace
positionnement mental de son corps dans une représentation mentale d'un espace et ajustement immédiat	positionnement mental de son corps dans une représentation mentale d'un espace et ajustement difficile

<sup>11</sup> « L'enfant non éduqué de façon précoce n'est pas attiré par son environnement, et se trouve, malgré l'activité spontanée de certains canaux de substitution, dans l'incapacité d'observer comment marchent, jouent, s'assoient, mangent, agissent et réagissent les autres. L'environnement a moins de prise sur lui et ses possibilités d'accommodation sont inférieures à celles dont fait preuve l'enfant voyant ». RAYNARD F. - « Un autre regard », éd. Solal, Paris, (200?). P 104

<sup>12</sup> Cf. RAYNARD F. - « Un autre regard », éd. Solal, Paris, (200?). p. 139

<sup>13</sup> bonne connaissance morphologique, anatomique et physiologique élaborée. Cette image mentale repose sur les afférences en provenance de la proprioception (sensibilité musculaire), des récepteurs intra articulaires et d'autres plus sensibles à la pression ou aux déformations.

<b>voyant</b>	<b>non voyant</b>
construction d'une représentation spatiale complète et rapide avec points remarquables situés en trois dimensions et en distance	construction d'une représentation spatiale incomplète nécessitant du temps avec points remarquables situés en deux dimensions et en distance avec correspondance de temps à appréhender
repérage d'une direction et ajustement immédiats	repérage d'une direction par apprentissage et ajustement difficile
repérage d'un point remarquable et situation dans son espace immédiat	repérage d'un point remarquable et situation dans son espace difficile
relation entre mouvement et espace immédiate	relation entre mouvement et espace difficile
construction mentale immédiate libérant l'esprit pour d'autres tâches	nécessité de construire mentalement une représentation situant les différents points remarquables, son corps et les directions à prendre
comportement sensori moteur adapté et adaptif	comportement sensori moteur à adapter et stratégie pour devenir adaptif
orientation d'un média par rapport au soleil quasi immédiate	orientation d'un média par rapport au soleil à construire
représentation du déplacement pour aller d'un point à un autre en dehors du champ de conscience	représentation du déplacement pour aller d'un point à un autre nécessaire et mobilisant une attention
connaissance de la topographie de lieux parfaite	connaissance de la topographie de lieux à parfaire
ajustement par rapport à l'environnement quasi immédiat et opérant	ajustement par rapport à l'environnement avec apprentissage et inopérant dans de nombreux cas
représentation mentale spatiale sans points de référence (porte, angle de couloir...) possible	représentation mentale spatiale sans points de référence difficile voire impossible
localisation de soi sur un plan quasi immédiat	localisation de soi sur un plan lent et difficile
repérage d'un étage ou d'une altitude immédiat	repérage d'un étage nécessitant une aide (sonore, tactile...)

Tableau N° 1 - *Principaux points divergents dans la construction d'une représentation mentale spatiale situant*

### **Le déplacement des personnes aveugles en milieu inconnu**

Les notions de distance, de taille et forme globale d'un objet par rapport à soi, sont perçues de manière instantanée et sans effort dans un cas, alors que pour les autres ces notions sont le fruit d'une longue et laborieuse exploration tactile. De plus, la construction mentale qui naît de cette exploration est différente de chez les voyants<sup>14</sup>. La

<sup>14</sup> Comme exemple, citons M. Corot, aveugle de naissance : « Quand vous, voyants, vous fermez les yeux et que vous imaginez un cube. Vous dites ne voir que trois faces de ce cube à la fois. Pour moi, quand j'imagine un cube, je le ne peux qu'imaginer le ressentir avec ses six faces à la fois... »

notion d'image mentale prend ici un autre sens. Les personnes aveugles disposent de différents outils ou techniques pour explorer l'espace<sup>15</sup>. Bien évidemment le toucher, direct ou par l'intermédiaire d'une canne, est incontournable. Cette technique de canne est enseignée dans plusieurs établissements en région parisienne. De nombreuses techniques sont utilisées en ville aussi bien pour savoir quand traverser une rue que pour suivre un chemin que l'on a indiqué et être capable de revenir sur ses pas. L'intérêt de cette partie n'est pas de recenser toutes ces techniques mais de tirer de celles-ci des points communs pouvant servir de base de connaissances génériques à notre projet. En effet, il ne s'agit pas d'essayer de créer une nouvelle façon pour les aveugles de s'orienter dans un bâtiment mais de se servir de ce qu'ils font déjà, afin de développer un système répondant à leurs besoins et façons de faire. Ne pas inventer quelque chose auquel l'individu devra s'adapter mais développer un système performant répondant au mieux aux stratégies développées adoptées par les personnes aveugles.

En quelques mots, il faut savoir que s'orienter, c'est à dire savoir où on est et savoir où on va, revient à :

- détecter tous les indices caractérisant un lieu ou sa position par rapport à un espace
- pouvoir identifier ce ou ces indices comme étant caractéristiques d'un endroit
- être suffisamment concentré pour retenir l'essentiel
- ordonner tout cela dans sa mémoire
- être capable de situer les points saillants et/ou remarquables par rapport au global
- se représenter mentalement ces éléments (carte mentale).

Le déplacement de personnes ayant un handicap se fait selon le processus suivant :

- Recherche d'information
- Traduction de l'information
- Décision

On remarque qu'une telle tâche peu rapidement être complexe et demander une grande concentration.

Pour faciliter la tâche des non/mal voyants, il a donc été décidé que notre produit :

- serait facilement détectable (immobile) et qu'il émettrait un signal sonore à son appel
- Pourrait renseigner la personne sur le lieu où elle se trouve (caractéristique d'un lieu).
- Dispenserait des informations simples de directions à prendre : directions d'urgence, comme les sorties de secours, et direction en vue d'un but, comme trouver une salle...
- Deviendrait une référence stable de sécurité abritant différents matériels en passif et en actif.

---

<sup>15</sup> Pour faciliter la découverte et la compréhension de l'espace par les aveugles, l'INJA fait en sorte de prendre en charge les enfants très tôt, vers quatre ans. Mme Cierco anime des leçons durant lesquelles les enfants sont amenés à explorer des meubles de leur quotidien, comme leur lit, puis de les représenter à échelle réduite en pâte à modeler. Ensuite elle fait passer ces enfants par la représentation de petites pièces, salle d'eau, puis de bâtiment entier et de quartier. Ce travail s'étale sur plusieurs années et il n'est pas rare qu'un élève de sixième ayant travaillé sur un plan de bâtiment durant toute une année scolaire, ait encore du mal à s'orienter dans ce même bâtiment à la fin de l'année.

En passif ; la cartographie, une notion de borne permettant le repérage de l'espace proche et un point de ralliement  
En actif : le point de ralliement opérationnel dans lequel on trouve extincteur, consignes d'évacuation, système de condamnation actif de l'ascenseur ou de l'escalier.

Le produit pourrait ainsi former un réseau de points remarquables à travers un bâtiment recevant du public.

### **Comment compléter le langage Braille ?**

Le braille semble s'imposer comme le seul langage unique au monde et universel, pourtant sa lecture nécessite un apprentissage qui pose encore quelques problèmes moins complexe toutefois que ceux de l'orientation dans un espace. La lecture du braille s'effectue au moyen de ses deux mains ou plus précisément, des deux index<sup>16</sup>. Un des inconvénients majeurs des caractères en braille étant leur consommation de place, l'information délivrée par notre produit, sera sous la forme de schémas.

Il est à noter que la symbolique « reliefs » autre que les caractères brailles n'est soumise à aucune norme<sup>17</sup>. Dans ce contexte, il n'est pas évident de faire le choix de nos futurs symboles, en tentant d'imaginer lesquels de ces symboles existant seront choisis une future homogénéisation de la signalétique publique. Face aux manques de données, d'études, la seule voie possible dans ce cas en conception : la démarche expérimentale (hypothético déductive).

### **Constat**

Après ces différents rendez-vous (AVH et INJA), il apparaît que les plans actuels :  
Représentent les couloirs avec une ligne (stylisé) ou 2 lignes (les 2 murs).

---

<sup>16</sup> Soit l'index droit précède le gauche et réalise une lecture rapide confirmée par l'index gauche, soit chaque index lit plus ou moins simultanément, chacun une moitié de ligne. La séquence de lecture prend donc cette forme :

La première ligne d'une page est lu par l'index droit.

Quand l'index droit arrive à la fin de la première ligne, l'index gauche débute la lecture de la seconde ligne.

Dans un même temps l'index droit se place en « stand by » au milieu de cette seconde ligne pour prendre le relais de l'index gauche et finir la lecture de la seconde ligne.

Quand l'index droit arrive à la fin de la seconde ligne, l'index gauche débute la lecture de la troisième ligne ... et ainsi de suite.

<sup>17</sup> Afin d'avoir plus de renseignements sur la question des plans en relief, un rendez-vous avec l'AVH (Association Valentin Haüy), qui possède un département locomotion, ainsi qu'un rendez-vous avec l'Institut des Jeunes Aveugles (INJA), qui possède un département cartographie s'imposent (Pour nous aider à comprendre ce problème, le fait que nos interlocutrices privilégiées soient voyantes nous a beaucoup apporté. Toutes deux travaillent avec des aveugles dans le but de les aider à se construire une représentation mentale de l'espace qui nous entoure.

L'un de nos premiers résultats a été de se rendre compte à quel point la « vision du monde » était différente pour un voyant et un aveugle. Ces rendez-vous sont suivis par des rencontres avec des aveugles, qui nous donnent également leur opinion sur les divers moyens que l'on peut utiliser pour communiquer la représentation d'un espace.

Sont en relief et non en creux (le relief est plus discriminant que le creux).

Comportent un titre pour expliquer quel espace est représenté sur le plan.

Comportent des symboles pour : les escaliers, les ascenseurs, les toilettes,... Ces symboles sont plus ou moins connus par les aveugles, il faut donc être prudent dans l'utilisation de ces symboles. En effet, il n'existe de normes en matière de symboles en relief pour les aveugles et les malvoyants.

Nous avons donc décidé de formaliser plusieurs symboles comme des hypothèses à tester. Ils concernent des indications en reliefs ou en creux représentant escalier, couloir, ascenseur. En somme tous points particuliers favorisant le repérage et la construction d'une représentation spatiale pour une personne aveugle (Cf. Tableau N° 2).

Nature des points particuliers	creux		relief	
escalier 1	1 A) trait en cascade (en escalier)		1 B) trait en cascade (en escalier)	
escalier 2	2 A) série de trois traits égaux décalés	2 A') série de trois traits égaux alignés	2 B) série de trois traits égaux décalés	2 B') série de trois traits égaux alignés
entrées et sorties 3	3 A) flèche à tête fine	3 A') flèche à tête épaisse	3 B) flèche à tête fine	3 B') flèche à tête épaisse
point de localisation KB 4	4 A) gros point		4 B) gros point	
couloir/mur 5	5 A) Deux traits	5 A') gros trait	5 B) deux traits	5 B) gros trait
portes 6	6 A) un trait interrompu	6 A') un trait perpendiculaire au trait du mur	6 B) un trait interrompu	6 B') un trait perpendiculaire au trait du mur
ascenseur 7	7 A) un carré entourant un « A » écrit en braille		7 B) un carré entourant un « A » écrit en braille	

Tableau N° 2 - *Hypothèses traduites en maquettes expérimentales (à tester)*

### La réalisation des maquettes de plans

Après plusieurs techniques de maquettage expérimentées (conventionnelle, numérique, mixte), nous réalisons le plan sous Charlie Robot (Cf. Fig. N° 2).

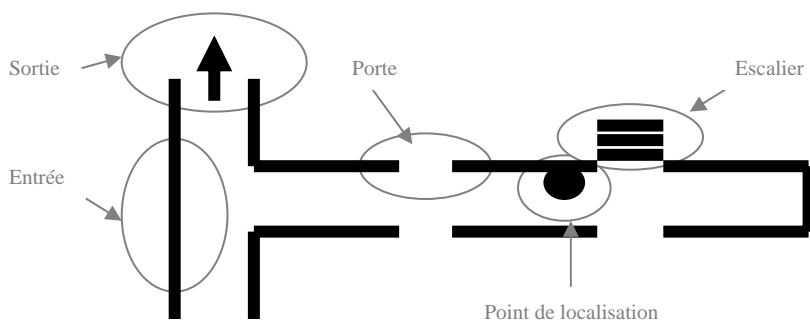


Figure N° 2 – Carte en relief validée par expérimentation

Les tests utilisateurs confirment nos hypothèses de départ et à part quelques modifications mineures, les utilisateurs sont plutôt satisfaits et ont réussi à se repérer grâce à notre plan. Après les différents tests effectués avec des personnes aveugles ( 4 de naissance, 3 par accident, 2 mal voyant) et après échange avec les formateurs de l'INJA, sont retenus pour représenter les différents points remarquables :

Escalier	= 2 B') série de trois traits égaux alignés en relief
Entrée et sortie	= 3 B') flèche à tête épaisse en relief
point de localisation	= 4 B) gros point en relief
couloir/mur	= 5 B) deux traits en relief
porte	= 6 B) un trait en relief interrompu
ascenseur	= 7 B) un carré en relief entourant un « A » écrit en braille

Sachant que nos plans seront en relief avec des symboles pré validés expérimentalement, il nous faut prévoir les aléas possibles de l'environnement proche des ascenseurs (matières, accessoires...) qui nous empêcheraient de fixer notre système KB. Nous décidons de lancer un nouveau test ergonomique destiné à identifier les hauteurs souhaitables couplées aux inclinaisons de moindre inconfort<sup>18</sup>.

#### **Test ergonomique hauteur et inclinaison de confort de lecture du KB**

Nous savons grâce à une première campagne d'essai que la hauteur est couplée avec un angle d'inclinaison. La pratique observée des aveugles relate le fait qu'ils se déplacent avec leur plan (de métro par exemple) sur le ventre. Une première inclinaison s'en rapprochant est avancée mais est-ce la bonne hauteur ?

<sup>18</sup> Cf. J.F.Bassereau, R. Duchamp, « Confort, préférence, grandeur nominale impossible à mesurer ? », revue IJODIR (International Journal Of Design Industrial and Research), (2002) volume 2, N° 3et 4, p5à23 ISSN 1143-273X

Protocole : Le but est de définir un couple optimal de hauteur/inclinaison du plan de lecture, par rapport au sol. Nous avons fait passer 24 sujets au total sur une maquette de test (Cf. Fig. N° 3). Sujets :

- . • Voyants : 21
- . • Mal Voyants : 1
- . • Aveugles total : 2

Matériel :

- . • Maquette de test, fonctionnelle et réglable (Cf. fig. N° 3). Cette maquette est disposée sur un pied réglable en hauteur. Une partie plane de cette maquette est réglable en inclinaison. Sur cette partie plane, sont placés caractères et symboles en relief
- . • Un mètre
- . • Grilles de collecte de données

Déroulement du test :

Le participant, yeux bandés pour les voyants, était placé devant la maquette de test. Il lui était demandé d'explorer tactilement une des séries de caractères placées sur le plan devant lui, puis de donner une note de 0 à 5. Cette note qualifiant le confort ressenti à travers la position de lecture tactile, c'est-à-dire le confort de sa position de corps, de bras, d'avant-bras, de poignets et de doigts. Cette opération était réalisée pour trois hauteurs de plan différentes. Pour chaque hauteur, il correspondait quatre inclinaisons à tester. Tous ces résultats ont été consignés dans un tableau Excel® puis traités par celui-ci. En remarque, ajoutons que pour chaque sujet l'ordre de présentation des différents couples hauteur/inclinaison, a été différent afin de minimiser le biais lié à cet ordre.



Figure N°3 - Maquette de test faisant varier hauteur et inclinaison

Les hauteurs retenues pour les tests sont les suivantes :

- H1 : 80cm
- H2 : 100cm<sup>19</sup>
- H3 : 120cm

Les angles retenus pour les tests ont été les suivants<sup>20</sup> :

- I1 : 30°
- I2 : 60°
- I3 : 90°
- I4 : 120°

Résultats : entrés dans une base de données Excel®, les résultats présentent la moyenne des points accordés à chaque couple hauteur H /inclinaison (Cf. Tableau N° 3).

H3	0,99	1,48	2,66	2,99
H2	1,40	2,56	3,40	1,60
H1	1,50	2,59	2,06	0,30
	I1	I2	I3	I4

Tableau N° 3 - Moyennes des notes pour les couples hauteur/inclinaison

Les cases en vert représentent les couples qualifiés de « confortables ». Leur note excède 2,5/5.

Discussion : On remarque, ici, que les couples qualifiés de « moindre inconfort » pour la lecture tactile sont ceux permettant aux individus de reposer la pulpe de leurs doigts sur le plan, tout en conservant leurs avant-bras, leurs mains et leurs doigts dans le même axe. Une flexion du poignet est considérée comme étant « inconfortable » et une extension du poignet comme « désagréable » voire « insupportable » (cf. angle de moindre inconfort, Rebiffet).

#### Inscriptions dédiées aux malvoyants et aux voyants

Notre système Kartel Braille possède un plan destiné aux non voyants. Néanmoins, afin d'apporter des indications d'orientation à tous (Cf. design universel), nous avons décidé d'installer sur notre dispositif un message écrit présentant de forts contrastes graphiques pour en faciliter la lecture et la compréhension pour des personnes mal voyantes.

Le travail de recherche-action sur l'inscription a présenté plusieurs aspects :

- Le choix des couleurs en fonctions des contrastes.

<sup>19</sup> La hauteur médiane avoisine les hauteurs standard de poignée de porte.

<sup>20</sup> Ces angles sont en degrés et représentent l'angle que fait la surface du plan avec le mur.

- Le choix de la police et de la taille des caractères.
- Le contenu du message écrit.

### Les contrastes de couleurs.

Différentes études montrent que le contraste le plus élevé est obtenu lorsque l'on aligne des couleurs qui sont situées aux extrémités opposées d'un cercle chromatique (celles qui sont diamétralement opposées) (Cf. annexe)<sup>21</sup>.

L'expérience montre que le contraste complémentaire est plus important lorsqu'il est utilisé avec les six couleurs primaires (rouge, jaune, vert, bleu, noir, blanc).

Nous nous sommes aussi inspirés du mode accessibilité de Windows pour les malvoyants, lui-même prenant comme origine les travaux de ITTEN J. (Enseignant à l'école du BAUHAUS) : auteur des premiers travaux sur les qualités de contrastes des couleurs.

### Police et taille de caractères.

Pour le choix de la police et de la taille de caractères, ces paramètres ont déjà fait l'objet d'études. La police HELVETICA est la plus lisible (cf. « Handicap et construction », Louis Pierre Grosbois). De même pour les rapports entre hauteur/largeur et épaisseur des lettres (Cf. Fig. N° 4).

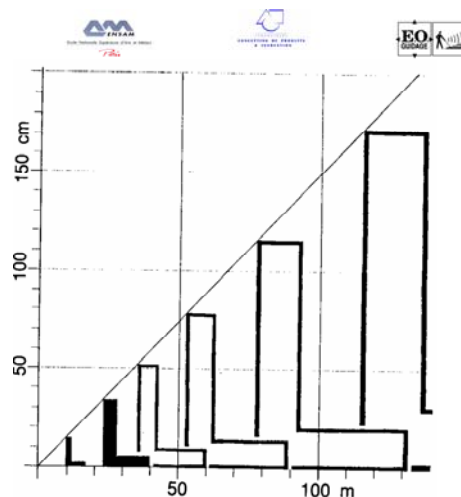


Figure N° 4 - Rapport entre dimension des lettres et distance de lecture.

<sup>21</sup> Le contraste maximal entre des couleurs claires et foncées est indubitablement celui entre le noir et le blanc. Néanmoins, le contraste entre le bleu et le jaune est également très élevé. Ce contraste extrême est utilisé pour les signaux, lorsqu'une exposition maximale est nécessaire. En effet, il combine un contraste de couleurs complémentaires et un contraste de clartés. Un contraste complémentaire allie la brillance de chacune des couleurs sélectionnées. Chaque couleur produit alors son effet maximal, les couleurs ne luttent pas les unes contre les autres.

En considérant que la lecture des inscriptions s'effectue à une distance de 50 cm, on devra utiliser des caractères de 7 mm de hauteur ce qui équivaut à peu près à une taille de police de 30.

### **Contenu du message**

Le but est d'indiquer la direction dans laquelle il faut se diriger pour trouver la chambre, ou le bureau, à partir de la borne d'information. De plus, savoir de quel côté du couloir se trouve l'endroit recherché, est important. De même, la logique de numérotation des pièces variant d'un lieu public à un autre, il est difficile de préconiser un langage commun à tous les lieux. Ce travail devra être effectué, en état des lieux, par une personne compétente, chargée de donner les indications spécifique à chaque étage et bâtiment, nécessaire à l'élaboration du plan en relief.

### **Parti pris en design sensoriel, les effets de contrastes**

Comme en conception, où l'intelligence du concepteur doit être servi par les méthodes et aidés par les outils ( et non l'inverse), le design sensoriel se prête aux démarches heuristiques qui penchent vers l'approche expérimentale hypothèse/déduction. Ainsi du recueil des remarques issues des premiers tests sur les plaques fournis par G. Rochon (EO EDPS), nous analysons celles-ci en identifiant un fort contraste de relief du aux billes de métal destinées à l'écriture braille serties dans le plexiglass<sup>22</sup>.

Aussitôt, ce principe de contraste simultané, qui existe également pour les écritures destinés aux mal voyants (Cf. inscriptions dédiées aux mal voyants...), est repris en axe de travail. Systématisé pour toutes les grandeurs sensorielles de la modalité sensorielle tactile, il nous suffit d'identifier les grandeurs sensorielles génériques issues des travaux de BASSEREAU et all. (Cf. 1991 à 2005). Nous prenons les extrêmes des échelles d'intensité perceptible en perception humaine sur les grandeurs ordinales (Cf. Fig. N° 5)

---

<sup>22</sup> Toutes ces plaquettes ont été saluées spontanément par les aveugles en test pour leur lisibilité étonnante. En effet, la plupart des écritures braille sont réalisées en mono matière, sur le principe d'une déformation à chaud ou mécanique.

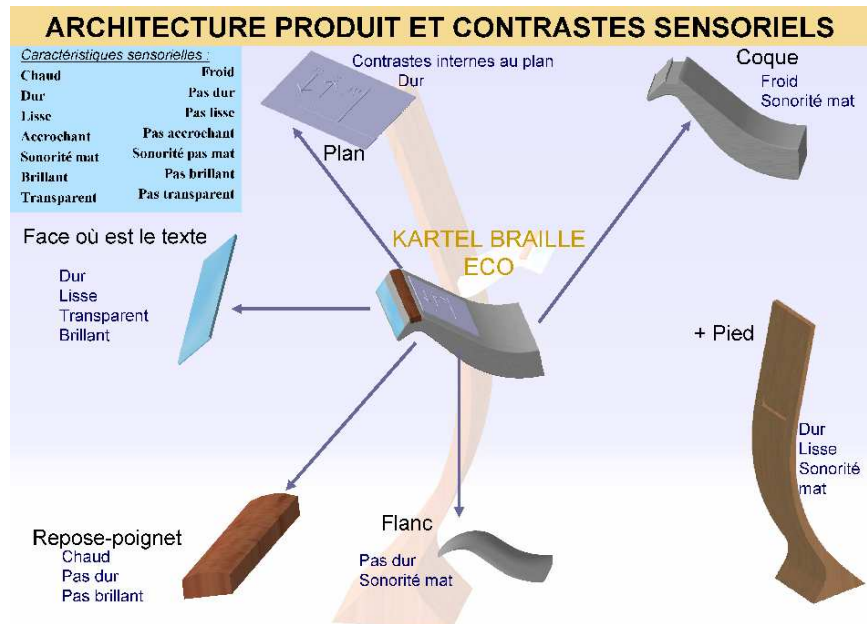


Figure N° 5 - Parti pris en design sensoriel des lois de contraste

### Conclusion méthodologique et perspective pratique en conception

Ce projet pluridisciplinaire pédagogique vérifie plusieurs hypothèses issues d'expériences phénoménologiques du processus de conception en ingénierie simultanée. Une des premières hypothèses concerne les pré requis. Dans un contexte d'interdisciplinarité, chaque acteur doit considérer l'autre comme expert de son domaine. Un partage de vocabulaire et des concepts associés est fortement recommandé. Le même principe concerne la mise en commun de données, le partage de connaissance générée par des outils méthodologiques communs facilite leur appropriation. Un des derniers pré requis réside dans l'objectif final qui doit être intimement partagé par tous. Ici, nous avons la chance et l'opportunité de posséder un sujet valorisant pour les concepteurs. Le paradoxe du temps en conception reste un faux problème<sup>23</sup>.

Le processus de conception naturelle nous conduit à générer dès le sujet posé des idées. Tout de suite captées en fiche idée, elles ont atteints plusieurs centaines avant de structurer une séance de néo créativité. De même, représentation intermédiaire et pré cahier des charges dialoguaient joyeusement. Ainsi, plusieurs « monstres » ont permis

<sup>23</sup> En une semaine l'approche était validée, les premières maquettes nécessaires aux tests étaient réalisées. Et en apparence idée (Cf. Fiches idées), pré Cahier des Charges et représentations intermédiaires se mélangaient allégrement.

l'obtention de données (inconnues jusqu'alors et qu'aucune autre technique n'auraient permis de générer si vite). Le fait de quitter très vite le premier cadre de référence fonctionnel a facilité l'existence de premiers axes de travaux. Mieux, nous pouvons écrire qu'il est dangereux de rester dans le même espace de représentation à manipuler des représentations intermédiaires sans en changer. Trop souvent en évitant de raisonner en terme de solution la tendance a été extrême, voire contre nature. Les risques demeurent, d'un côté empêcher le changement de cadre de référence inhérent au processus de conception, de l'autre partir trop vite sur une idée, une solution un axe de travail sans spécifications. Une des solutions : situer la représentation intermédiaire (son cadre de référence d'appartenance) par rapport à l'objet final où tous les cadres de référence convergent. L'alternance entre action, et recherche, spécification et maquettage, expérimentation et réflexion ont permis d'aboutir à une représentation intermédiaire qui donne aujourd'hui lieu à une mise sur le marché d'un produit drivé présenté au mois d'Avril 2005 à LYON.

### **Bibliographie**

- « *Transports et accessibilité allons plus loin* » - Actes du colloque européen (LYON), 2 décembre 2004
- J.F.Bassereau, R. Duchamp, « Confort, préférence, grandeur nominale impossible à mesurer ? », revue IJODIR (*International Journal Of Design Industrial and Research*), (2002) volume 2, N° 3et 4, p5 à 23 ISSN 1143-273X
- Gothenburg, Sweden, 27-28 September 1999
- HATWELL Y- « *Toucher l'espace, la main et la perception tactile de l'espace* ».. Groupement des Intellectuels Aveugles ou Amblyopes-1999
- ACUNA D. - « *Méthodes scientifiques de conception de produit, approche franco-américaine* ». Thèse de doctorat ENSAM, Paris –mai 2004
- « *Question design réponse matériaux* » – Centre du design Rhône-Alpes et Agence RhôneAlpes pour la maîtrise des Matériaux – mars 2003
- JF. Bassereau, J. A. Latuff, P. Dubois, R. Duchamp « *Maquette « Bonne Sensation* » (M.B.S ) »— Colloque CPI 2003 à Mekhnès (Maroc) – Octobre 2003
- Pierre GRIFFON - « *Déficiences visuelles : pour une meilleure intégration* », -édition CTNERHI, hors série -1995
- C. de BALORRE - « L'ergonomie des représentations mentales où l'influence des schèmes sociaux lors de la mise en place des tests utilisateurs » -Mémoire de recherche DEA CPI 2003
- INERIS, Référentiel pour la certification des dispositifs de sécurité, version du 13-01-2004 Rapport n° 210 (2003-2004) de M. Paul BLANC, fait au nom de la commission des affaires sociales, déposé le 11 février 2004 à propos du projet de loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées Directives pour l'accessibilité aux contenus Web, Recommandations du 05/05/99
- BIOVAM Besoins en Informations et en Orientation des Voyageurs Aveugles et Malvoyants, Rapport final d'Avril 1999.
- Johannes Itten – « *Art de la couleur* », Edition Abrégée par Dessain et Tolra, Paris, 19 ?.
- Luis Pierre Grosbois – « *Handicap et construction* », 4<sup>ème</sup> édition, Edition Le Moniteur.
- Stoeltzlen N. - *Integration of graphic intermediate representation in the early,*

stages of the design process in order to improve inter trade communication, 2004

**Reuves :**

*Accessibilité*, lettre d'information sur l'Accessibilité – Numéro 10 – juin 2003 , Numéro 12 – novembre 2003, Numéro 14 – mai 2003, Numéro 15 – septembre 2004, Numéro 16 – janvier 2005  
« *Se simplifier la vie* » -Beaux Arts Magazine , hors série N°11 – 2004-2005, p102 à 104

**Sites Internet :**

Concernant la législation :

[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr) <http://www.legifrance.gouv.fr/> [http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH\\_L225-1.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH_L225-1.htm)  
[http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH\\_L225-2.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH_L225-2.htm) [http://www.coliac.cnt.fr/Droit/loi\\_SRU.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/loi_SRU.htm)  
[http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH\\_L111-7.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH_L111-7.htm) [http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH\\_R111-19.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CCH_R111-19.htm)  
<http://www.equipement.gouv.fr/bulletinofficiel/fiches/bo200212/a0120042.htm>  
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=EQUU0200769D>  
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=EQUU0200769D>  
[http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CASF\\_L114-4.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CASF_L114-4.htm) [http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CASF\\_L243-7.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/CASF_L243-7.htm)  
<http://www.legifrance.gouv.fr/texteconsolide/UTEAC.htm>  
[http://www.coliac.cnt.fr/Droit/loi\\_sru.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/loi_sru.htm) [http://www.coliac.cnt.fr/Droit/decret\\_78-1167.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/decret_78-1167.htm)  
[http://www.coliac.cnt.fr/Droit/decret\\_94-86.htm](http://www.coliac.cnt.fr/Droit/decret_94-86.htm) <http://www.senat.fr/rap/103-210-1/103-210-1.html>  
<http://www.secuofeu.com/reglebat.htm#hdp> <http://www.w3.org/TR/1999/WAI-WEBCONTENT-19990505>

Apportant des informations :

<http://www.inrets.fr/ur/lescot/sitewebbiovam1/>  
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doshand/decouvrir/handicap/index.html#chiffres>  
[http://tactile.nrcan.gc.ca/page.cgi?url=recherche\\_research/siekierska\\_et\\_al2001\\_f.html](http://tactile.nrcan.gc.ca/page.cgi?url=recherche_research/siekierska_et_al2001_f.html)  
<http://www.ac-creteil.fr/sarhis/visuel/somvisuel.html> <http://blindreaders.info/mapgraph.html>  
[http://perso.wanadoo.fr/ville-en-mouvement/syntheses/isolde\\_devaliere.pdf](http://perso.wanadoo.fr/ville-en-mouvement/syntheses/isolde_devaliere.pdf)  
<http://perso.wanadoo.fr/ville-en-mouvement/actionpam.htm> <http://www.maxiaids.com>

Concernant les systèmes actuels :

[www.ilis-leitsysteme.de](http://www.ilis-leitsysteme.de)  
[http://trace.wisc.edu/docs/consumer\\_product\\_guidelines/consumer.pcs/input.htm#I1](http://trace.wisc.edu/docs/consumer_product_guidelines/consumer.pcs/input.htm#I1)  
<http://www.cecias.com/>  
<http://www.euroblind.org/fichiersGB/soeren.htm> <http://www.caphorizon.org/audioplage.htm>  
[www.eo-edps.fr](http://www.eo-edps.fr)  
<http://hotels.about.com> <http://handy.univ-lyon1.fr>

**Normes :**

NF AFNOR X 50-150 (1995)