



PIXEL ARCHITECTURE

Ressemblance et fonctionnement

ENSAPLV 2018

Mots clés

culture numérique

forme

ressemblance

action

fonctionnement

pixel

transposition

Problématique

Quels potentiels les architectes ont vu à travers le pixel pour la conception ? Quelles transpositions ont-ils effectué pour intégrer le pixel dans leurs processus de conception ?

Plan

Plan du mémoire

Rédaction (p1)

Bibliographie (p90)

Chronologie des références (p92)

Lexique (p97)

Index des illustrations (p98)

Résumé (p100)

Introduction

Quelques points de précisions sur le pixel

1

1.	L'interface : origine de la première transposition du pixel en architecture	3
	L'évolution des interfaces en corrélation avec leur environnement	3
	La première interface informatique culturelle	4
	Les pixels de l'interface comme objet de la conception	5
2.	Le pixel : forme et actions informatiques	7
	Le pixel comme forme	8
	Le pixel comme action	8
3.	Le premier pixel	9
	Définitions	9
	Le pixel actif	
	Le pixel passif	
	Regard scientifique : échelle, vocabulaire, fonctionnement	12
	De la mosaïque, en passant par le pointillisme, pour arriver au pixel	15
	Pixel/mosaïque : conception hybride	17
4.	L'utilisation du pixel par les artistes : 1980-2000	18
	Pixel Art	18
	Du pixel Art à l'architecture en passant par le Design	21
5.	Deux familles de transposition en architecture	22
	Ressemblance, le pixel comme forme	23
	Fonctionnement, le pixel comme action	23

Ressemblance, le pixel comme forme

25

1.	L'analogie sans contrefaçon	27
	Son apparence réel et son apparence imaginaire	27
	Description par le dénombrement	28
	Le champ lexical du pixel	30
2.	Le second point de vue	34
	Génération pixel	35
	L'utilisation du pixel pour ses connotations	36
	Apparenté au pixel	37
3.	Mimer le pixel	39
	Le texel	40
	Le Voxel	42
	Définition scientifique	
	Catherina Tiazzoldi : Conception paramétrique	
	Ron Arad, pour un exemple synthétique	

4.	Les formes du pixel (synthèse)	46
	La forme grammaticale	46
	La forme culturelle	47
	Les formes géométriques	47

Fonctionnement, le pixel comme action 49

1.	Pixel + Zoom	51
	Nombre de pixels et représentation le choix de représenter	51 53
	Wooden Miror : Quelle taille de pixel ?	
	Méthode scientifique	
	Méthode empirique	
	Kunstmuseum : un schéma de construction similaire ?	
	Le choix d'imager	60
	Imager le reflet du soleil	
	Le choix de l'abstraction	62
	Frog Queen, Splitterwerk : Le sens de l'abstraction	
	Automates cellulaires	
	Obligation de choisir (synthèse)	65
2.	Pixellisation (unifier, simplifier)	66
	Procédé de pixellisation et enjeux	67
	Pixellisation binaire	
	Pixellisation chromatique	
	Pourquoi construire avec des pixels ?	74
	Expérience personnelle	
	Musée Espacio del Artes	
	Pixelliser pour simplifier, unifier et rendre flou	78
	Système pixelisant : Les Gares CEVA de Jean Nouvel	
3.	Pixel + Animation	80
	La lumière, son apparence	80
	La connexion entre chaque pixel	82
	56 Leonard Street : Du contexte au pixel	
	Les pixels non transposés à l'architecture : Architecture d'écran ?	84
	La tour Agbar	
	Le FRAC Orléans	
4.	Les actions du pixel (synthèse)	86
	L'action du zoom	86
	L'action de la pixellisation	87
	L'action de l'animation	87

Introduction

Les transformations de l'architecture et du numérique ont un modèle procédural similaire. Les sociétés sont à la source de leurs évolutions, suivant différentes attentes qui poussent ce qui est déjà présent à se transformer, à se mettre à jour. Dans le livre *le Langage des nouveaux médias*, Lev Manovich¹ émet l'hypothèse suivante : « La culture change les médias, les médias changent la culture » ; ce système est une boucle. Au fur et à mesure des changements de générations, les connaissances et les attentes envers l'informatique changent et entraînent avec elles son développement. Suivant cette demande « sociétale » sous-entendue, l'architecture comme les nouveaux médias se métamorphosent sous différents aspects et à différentes vitesses. Ce premier parallèle entre informatique et architecture sous-entend une première question : comment l'informatique peut avoir une influence sur les sociétés et modifier leurs images ?

Comme Antoine Picon², Lev Manovich observe lui aussi une toute autre relation entre architecture et numérique. Ce qu'Antoine Picon appelle la *réception numérique*², Lev Manovich lui, parle de l'influence de la *E-culture*. Partant de l'observation que le numérique est omniprésent dans notre société, qu'il est ubiquitaire, Antoine Picon observe l'influence du numérique sur la conception qui n'est plus liée aux machines, mais à lui même. « Premièrement, le numérique, ce n'est pas seulement une « technologie » mais une culture et du social. Deuxièmement, elle nécessite de se replacer dans la logique du changement technique et de donner un cadre historique » Antoine Picon.

Le numérique a son propre vocabulaire, et même ses propres dictionnaires. Ce vocabulaire informatique trouve sa place dans certaines influences ou même références de projets d'architecture. C'est une culture numérique globale qui traverse les domaines d'expériences est qui est omniprésente. L'interface est pour Lev Manovich un des exemples des relations entre numérique et culture. Pour ma recherche, j'ajouterai à ces relations celle de l'architecture. En effet, l'architecture est en lien avec les interfaces, tout autant que la culture et le numérique. Plusieurs typologies d'interface interviendront dans cette recherche. Tout d'abord l'interface homme-machine, puis l'interface architecture-société. Je questionnerai les relations qu'entretiennent ces interfaces avec les modèles sociétaux. Ce second parallèle m'amène à préciser ma question : quelle influence l'univers numérique ubiquitaire engendre sur la conception des architectes ?

Les influences de l'informatique sur la conception ont été traitées majoritairement par les chercheurs et théoriciens sous deux points de vue ces dernières années. D'une part l'informatique a une influence comme outil de conception, il ne serait pas neutre. Ces recherches concernent notamment la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et la DAO (Dessin Assisté par Ordinateur)³. D'autre part des essais ont été rédigés sur la problématique de

¹ Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*. Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel

² Picon Antoine (2008). *Le Visiteur n12*, Le Projet au risque du numérique, P93-100

³ Fouquey Philippe, Beaux Dominique (2000). Le carré bleu, *La création architecturale et l'informatique, Première partie*. Édition Les amis du carré bleu

l'esthétique numérique et du langage des nouveaux média⁴. L'hypothèse que je développerai dans cette recherche concerne à la fois la réception numérique des architectes et la conception de projet d'architecture. L'informatique ubiquitaire est déjà une source d'inspiration pour certains designers, artistes et même architectes. En 2015, un défilé de mode a réinterprété les codes esthétiques et grammaticaux d'un univers informatique avec cet événement : *Devenez-le hacker de la mode*⁵ à l'occasion des *E-Fashion Awards*. Comme un slogan, une marque générationnelle, le terme « Hacker » a été détourné, transposé dans un nouveau domaine pour devenir un thème éphémère de création.

À partir des années 80, le développement des jeux vidéo a accompagné un univers de « formes numériques » qui font maintenant partie de notre culture. Je pense notamment à Pacman, Spaces Invaders et Mario. Ces formes pixellisées, car limitées par les technologies de ces années-là, ont traversé les époques. Le caractère pixellisé de ces icônes du jeu vidéo reste aujourd'hui une partie de leur identité. À partir de ce phénomène sociétal et de cet univers de pixel s'est créé le Pixel Art. Ce mouvement artistique conserve les codes esthétiques du pixel que l'on retrouve appliqué dans différents domaines : peinture, artisanat d'art, design de produit, de mode, de communication et d'espace.

Le pixel est également présent dans des projets d'architecture. Après l'essoufflement du Pixel Art, certains architectes se sont emparés de ces codes formels et fonctionnels pour concevoir des projets d'architecture. Alors, *quels potentiels les architectes ont vu à travers le pixel pour la conception ? Quelles transpositions ont-ils effectuées pour intégrer le pixel dans leurs processus de conception ?* Pour le comprendre je m'appuierai sur plusieurs projets d'architecture. C'est à partir de ces projets et de leur étude que j'établirai différentes hypothèses. Je présenterai les démarches de conception des architectes à travers l'analyse de leurs écrits et/ou à partir d'expérimentations réalisées durant cette recherche. Ces expérimentations auront pour objectif de vérifier ou d'in-vérifier les démarches de transposition du pixel revendiquées par les architectes. L'objectif est de déterminer avec précision quelles sont les caractéristiques du pixel qui ont intéressé les architectes et quels ont été les moyens employés pour le transposer en architecture.

Dans un premier temps, à partir du corpus de cette recherche, je présenterai le pixel. D'où vient-il ? À quoi sert-il ? Qu'est-ce qu'un pixel actif par rapport à un pixel passif ? À travers la présentation du Pixel Art et de ses premiers acteurs je présenterai les évolutions qui ont fait passer le pixel d'une échelle d'objet à une échelle d'architecture. À partir de cette première partie, deux axes sont dégagés.

Le premier axe permettra de comprendre les enjeux et transpositions du pixel par rapport à sa forme, à travers des références d'architecture qui, au premier abord, paraissent ressembler à un pixel passif.

Dans le second axe, c'est le pixel actif et son fonctionnement qui précisera quelles caractéristiques ont poussé les architectes à le transposer dans des projets d'architecture.

⁴ Joël Onorato, Didelon Valéry (2014). Criticat 13, *les architectes et l'informatique_Débat, visite, analyse, chronique, anthologie*, P53-91

⁵ Slogan de la E-Fashion Awards 2015. URL : www.efashionawards.fr



Quelques points de précisions sur le pixel

1.	L'interface : origine de la première transposition du pixel en architecture	3
	L'évolution des interfaces en corrélation avec leur environnement	3
	La première interface informatique culturelle	4
	Les pixels de l'interface comme objet de la conception	5
2.	Le pixel : forme et actions informatiques	7
	Le pixel comme forme	8
	Le pixel comme action	8
3.	Le premier pixel	9
	Définitions	9
	Le pixel actif	
	Le pixel passif	
	Regard scientifique : échelle, vocabulaire, fonctionnement	12
	De la mosaïque, en passant par le pointillisme, pour arriver au pixel	15
	Pixel/mosaïque : conception hybride	17
4.	L'utilisation du pixel par les artistes : 1980-2000	18
	Pixel Art	18
	Du pixel Art à l'architecture en passant par le Design	21
5.	Deux familles de transposition en architecture	22
	Ressemblance, le pixel comme forme	23
	Fonctionnement, le pixel comme action	23

Les liens sont multiples entre l'architecture et l'informatique, particulièrement dans leurs applications et leurs processus d'évolution. Beaucoup de pistes ont été exploitées¹ sur les relations entre architecture et informatique, notamment l'influence de l'outil sur la conception architecturale. J'aborde ce mémoire par le premier exemple de l'utilisation du pixel en architecture à travers la notion d'interface. Puis je présente la place qu'a le pixel dans l'univers informatique, mais aussi quel a été l'impact de cette forme dans l'histoire. Au travers des premières références issues de l'histoire des arts et du design, je précise dans cette partie les premiers enjeux de l'utilisation du pixel dans la conception. La présentation du mouvement *Pixel Art* me permettra d'introduire quelques pistes sur son utilisation en tant que processus de conception. Puis au travers de la définition de l'architecte Manuel Gausa², je développe ma méthodologie qui me permettra d'analyser des références de *Pixel Architecture* à travers deux grands axes.

¹ Chercheurs, théoriciens, architectes des années 1975-2010

² Gausa Manuel (1999). *Metapolis, Dictionary of advanced architecture* M. Gausa II constitue. Edition Actar. Manuel Gausua est un architecte espagnol qui a rédigé un dictionnaire spécialisé entre architecture et informatique.

1. L'interface : origine de la première transposition du pixel en architecture

À partir de l'exemple de l'*Apple Lisa*, je présenterai les outils de conception qui ont permis de développer son interface homme-machine. La notion d'interface que l'on retrouve en informatique et en architecture me permettra de poser les premières hypothèses sur les transpositions utilisées pour passer du pixel à l'architecture.

L'évolution des interfaces en corrélation avec leur environnement

Les métaphores à l'univers de la bureautique ont été à la source des premières Interfaces Homme-Machine (IHM) que l'on connaît actuellement. L'hypothèse soulevée par Lev Manovich consiste à dire que l'interface n'est pas neutre ; elle est influencée par son environnement, par la culture. Pour lui, « les interfaces remplissent donc des fonctions de « représentation » de formes et de média culturels plus anciens. Elles en privilégient certains au détriment d'autres »³. Les métaphores de l'IHM (Interface Homme-Machine) servent à conceptualiser l'organisation des données informatiques. Les premières interfaces dites homme-machine sont apparues avec la généralisation grand public des ordinateurs. Les machines sont passées d'un état d'outil de calcul à un objet culturel, un *Personal Computer*. L'interface a donc évolué naturellement pour s'adapter à son nouvel environnement d'utilisation.

L'interface des logiciels de traitement de texte est la métaphore du livre papier, ce sont des pages rectangulaires disposées les unes à la suite des autres. Puis, en fonction de chaque culture, les interfaces se sont adaptées : reliure, sens de saisie du texte, mise en page, ect. Par exemple un logiciel de traitement de texte japonais propose par défaut un curseur qui écrit de droite à gauche. C'est un des exemples de mimétisme de l'interface sur son environnement proche.

La notion d'interface culturelle proposée par Lev Manovich qualifie dans un premier temps une IHM, mais pas n'importe laquelle ; Cette interface doit posséder des codes esthétiques et fonctionnels similaires à notre environnement proche, à nos habitudes, et étroitement liées à notre culture. Pour être qualifié d'interface culturelle, il faut que celle-ci soit toujours en adéquation avec la culture de son époque.

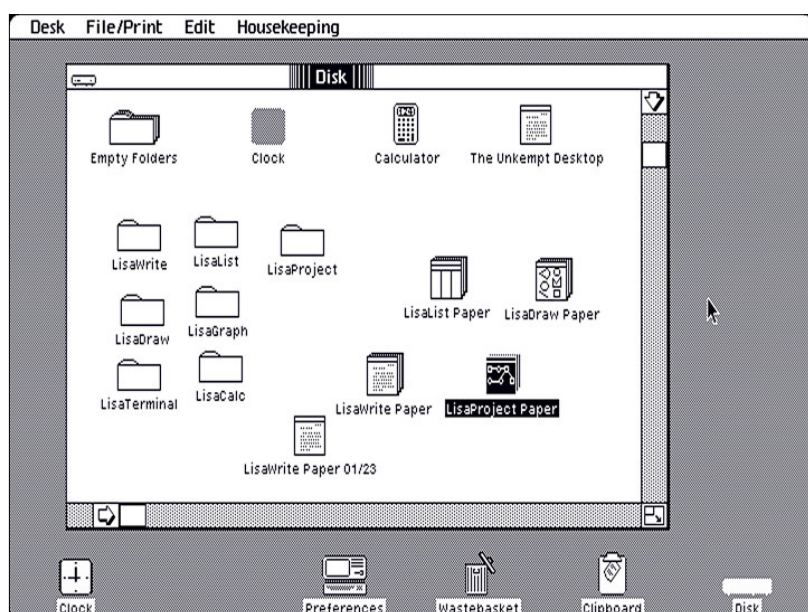
³ Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*. Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel _ P77

La première interface informatique culturelle

La première interface culturelle est proposée au grand public avec l'Apple Lisa en 1979, un des premiers ordinateurs personnels à posséder un écran, une surface de pixel. L'interface culturelle est différente d'une interface que l'on pourrait considérer de scientifique. Si l'interface est considérée comme la surface de contact entre deux milieux, alors les premières interfaces informatiques sont encore plus anciennes. Les premiers ordinateurs de calcul pour les scientifiques de la NASA possédaient déjà une interface, mais ce n'est pas une interface que je qualifierais de culturelle selon l'hypothèse de Lev Manovich, car elle ne reflète pas l'environnement de travail des scientifiques qui l'utilisent (un environnement bureautique). L'interface de l'Apple Lisa est une innovation, car c'est une métaphore de l'environnement. Le vocabulaire employé est le même que celui de la bureautique traditionnelle : document, fichier, dossier. Pour supprimer un fichier, il faut le déplacer dans la corbeille. Chaque outil, logiciel, action possède une icône qui représente l'objet ou l'action réelle, obtenu sous le courant graphique du skeuomorphisme, qu'Apple a été le premier à utiliser dans ses interfaces. Ce phénomène consiste à créer une ressemblance entre l'objet (icône¹) et le référent (fonction) pour comprendre l'action à effectuer.

Cette interface présente une esthétique riche et remplie de sens. Chaque icône correspond très fidèlement à l'action ou à la tâche qui doit en découler. La popularité de cet ordinateur accompagne la popularité de ces icônes, qui à terme deviendront représentatifs de l'entreprise Apple. Ils en sont maintenant une image de marque à part entière.

¹ « Type de signe qui opère par similitude de fait entre deux éléments » Définition extrait du TLFi, CNRTL.fr



■ Interface de l'apple Lisa, 1979

Les pixels de l'interface comme objet de la conception

L'écran de l'Apple Lisa n'est pas le premier à fonctionner avec la technologie des pixels, mais a été le premier à être démocratisé et adopté par le grand public. C'est donc à partir de cette première référence que je vais développer ma recherche.

L'interface de l'Apple Lisa a été la source de conception majeure pour un projet de signalétique développé par l'agence de graphisme Sussman & Prejza pour le campus Apple de Culver City en 1993. C'est l'identité visuelle de ce campus qui a été imaginée à partir de l'interface et notamment une de ces caractéristiques principales : les icônes. En effet, le projet articule une panoplie d'icônes sur tout le site. Ils reprennent les formes de cette première interface : bicolores et pixellisées. Leurs définitions et le nombre de pixels qui les constituent ont été conservés. Ces icônes ont été agrandies, la taille des pixels aussi. Sussman & Prejza parlent d'un « vocabulaire visuel dessiné par le langage et les icônes de Macintosh² ». Ce langage de l'écran, appelé communément *typographie Bitmap*, est développé dans toutes les rues du campus pour faire office de signalétique. Le campus, qui est une des vitrines d'Apple, devient lui même une interface. Les différentes fonctions du campus ont demandé la création de nouveaux icônes, qui sont dessinées avec la même charte graphique que les icônes existants et avec le même souci de lisibilité. À l'image de la corbeille de l'IHM Apple Lisa, la zone de livraison est représentée par un camion, l'espace café par une tasse à café, etc. L'environnement et les fonctions du campus ont servi à développer ces nouveaux icônes comme cela avait déjà été fait pour ceux de l'Apple Lisa, fidèle au milieu bureautique pour lequel il s'adressait à l'origine.

-
- 2 Murotani Bunji (1994) - *Beyond graphic design*, Sussman / Prejza & company.
Edition Process : Architecture, n°124 p 86-89 Traduit du Chinois par Sophia Enterprises Inc.



■ Apple Computer "R&D Campus" Culver City, California, Sussman/Prejza & Co, 1993

Dans cet exemple, l'équipe de conception ne parle pas de pixellisation, ce qui peut être la conséquence évidente du processus par rapport au résultat, mais il utilise la caractéristique Bitmap des icones. C'est-à-dire une grille XY qui comporte uniquement des informations de type oui/non (I/O). Soit les points de la grille sont pleins soit ils sont vides. Ce système est précurseur de l'utilisation du mot pixel, car il est bicolore et non tricolore comme aujourd'hui (RVB). Le système de Bitmap s'oppose au vecteur. Le Bitmap crée des courbes crénelées alors que le vecteur crée des courbes lisses. Le système Bitmap, contrairement au pixel, a été utilisé dans d'autres domaines que celui de l'informatique. On le retrouve notamment dans la boîte à musique avec du papier perforé, dans les machines à tricoter, les métiers à tisser et à l'origine des premières imprimantes.

Ce projet est le premier exemple d'agrandissement du pixel dans une conception de l'espace. Le pixel n'est plus considéré comme une contrainte technique. Au début de l'apparition des écrans, l'objectif était de diminuer la taille des pixels pour qu'ils ne soient plus visibles. Aujourd'hui ils ne le sont plus à l'œil nu, mais ils restent l'image populaire de l'informatique et du jeu vidéo de cette époque. Quatorze ans se sont écoulés entre l'interface de l'Apple Lisa et le projet Sussman/Prejza. Ici, le pixel devient un choix de représentation, voire une forme d'expression. Il n'est pas utilisé pour représenter l'icône car c'est la seule manière de le faire, comme c'était le cas à l'époque de IHM Lisa, mais il fait référence à cette époque. Il exprime une période.

Pour mieux comprendre pourquoi il est utilisé aujourd'hui dans certains projets d'architecture, il faut dans un premier temps le décrypter. Je vais définir les liens qu'entretiennent le pixel et le champ lexical qui est apparu au même moment que lui pendant le boom de l'informatique. Est-ce un cas isolé, ou alors fonctionne-t-il avec d'autres outils informatiques ? Après avoir repositionné le pixel dans son contexte informatique je préciserai ses caractéristiques formelles et fonctionnelles. C'est avec ce bagage que je commencerai à étudier la place du pixel dans l'histoire de l'art et notamment avec le mouvement du Pixel Art.

2. Le pixel : forme et actions informatiques

L'informatique induit un nouveau vocabulaire : « clic », « couper/coller », « RVB », « pixel », « défilement / scroll », etc. Certains mots prennent un nouveau sens avec l'informatique, comme « ouvrir un dossier », « jeter à la corbeille », etc. À partir de l'appropriation massive du Personal Computer, ces concepts entrent dans le langage courant. Le dictionnaire, mais plus généralement la culture, se met à jour en parallèle du nouveau vocabulaire qui apparaît. Les nouveaux utilisateurs ont transformé des concepts scientifiques tels que le pixel en langage culturel.

Certains mots issus du langage informatique sont des actions, tels que « cliquer ». On peut dire que l'on clique sur une image pour l'ouvrir par exemple. Cette action implique un processus intrinsèque. En effet, avant de cliquer il faut déplacer le curseur sur une icône, un fichier ou toute autre élément. Ensuite il faut cliquer pour faire fonctionner le programme lié à l'icône. Donc, quand on utilise l'action du clic, on anticipe la fonction que l'on va demander à la machine.

Chaque action informatique donne naissance à un processus différent. Par ailleurs certains mots du vocabulaire informatique ne correspondent pas à des actions. Ils sont de l'ordre de la forme informatique. Par exemple : l'écran, la souris, le clavier. Ces formes informatiques, contrairement aux actions, ont une matérialité; elles peuvent être dépeintes. On peut décrire à quoi elles ressemblent. Un écran est en général rectangulaire, il a une épaisseur dénombrable, il sert à afficher des images.

Dans le nouveau vocabulaire informatique, on trouve deux typologies de mot ; d'un côté les formes, et de l'autre les actions. Le pixel est un cas particulier, car il est à la fois une forme et une action. L'objet de cette partie est de déterminer quelles sont les caractéristiques et problématiques propres au pixel induites par chacune de ces catégories.

Le pixel comme forme

Le pixel est avant tout une forme, il est carré et possède une valeur physique. Avec certaines caractéristiques on peut dire qu'un objet lui ressemble, il est possible de copier certaines de ses caractéristiques. En plus d'être une forme au premier sens du terme (un carré), le pixel est aussi une *forme de l'informatique*¹, c'est-à-dire qu'elle représente l'informatique. Elle est l'image populaire du développement numérique, des jeux vidéo et de l'innovation. En comparaison, je pourrais dire qu'une feuille d'arbre est l'image populaire de l'écologie. Le pixel a donc une dimension connotative qui est liée à sa forme et surtout liée à ce qu'elle produit quand il y en a plusieurs : une image pixellisée.

¹ Référence aux « formes des nouveaux médias » théorie développée dans Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*. Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel. P 383-431

Le pixel comme action

Le pixel existe aussi grâce à des actions qui le font fonctionner. C'est un petit élément mécanique vivant. Quand il fonctionne, il change de couleur pour diffuser des images. Mais ce fonctionnement n'est que celui du pixel des écrans. En effet, il en existe une autre catégorie : ceux des images, les pixels fixes. Ce sont ceux enregistrés par un capteur par exemple lors d'une prise de vue avec un appareil photo. Ces pixels-là sont donc morts ; ils ne sont pas faits pour changer de couleur. Ce deuxième type de pixel est dépendant de certaines actions pour exister et se rendre visible à l'œil nu.

Les pixels sont agrandis à l'aide du zoom informatique, qui permet de les rendre visibles en changeant leur échelle sur un écran. Ces pixels peuvent aussi être regroupés pour n'en former plus qu'un et réduire le poids d'une image grâce à la pixellisation.

Je viens de présenter trois actions qui permettent aux pixels de fonctionner : l'animation grâce à l'écran, le zoom et la pixellisation. Chacune de ces trois actions apporte au pixel une dimension sémantique particulière que les architectes ont utilisé pour concevoir certains projets.

Pour comprendre l'étendue des capacités conceptuelles que le pixel peut avoir, je vais présenter différentes définitions qui abordent chacune un aspect différent du pixel. Grâce à l'analyse plus technique de celui-ci, je pourrai analyser des projets qui utilisent le pixel pour certaines de ses caractéristiques.

3. Le premier pixel

Définitions

Voici trois définitions qui me permettront de distinguer certaines caractéristiques propres au pixel. Sur le site du CNRS (Centre National des Ressources Textuel et Linguistique), la première apparition du mot pixel dans les dictionnaires qui sont numérisés remonte à la 9^e édition du Dictionnaire de l'Académie française, commencée en 1992 et qui est toujours le dictionnaire de référence aujourd'hui. Le TLFi (Trésor de la langue française) rédigé entre 1971 et 1994 ne contient pas le mot pixel. Voici la définition de la 9^e édition du Dictionnaire de l'Académie française

*Emprunté de l'anglais pixel, lui-même composé à partir de picture, « image », et element, « élément ». Le plus petit élément distinctif d'une **image enregistrée** et transmissible par un système **informatique**, qui est caractérisé par une couleur et une intensité données. Plus la densité des pixels est élevée, plus l'image est définie* _ CNRTL 9^e édition, 1992

Une autre définition complémentaire est visible dans le dictionnaire des TIC publié en 2009 par la commission générale de terminologie et de néologie : *Vocabulaire des Techniques de l'Information et de la Communication (TIC) - Enrichissement de la langue française*. Édition Journal officielle

*Le plus petit élément d'une surface de détection, d'une image échantillonnée ou d'une **surface** de visualisation, auquel on puisse affecter **individuellement** des caractéristiques visuelles. « Pixel » est la forme abrégée de picture element (en anglo-américain, picture est souvent abrégé en pic ou en pix). Équivalent étranger : picture element (PEL), pixel (PEL).* _ TIC, 2009

Ces deux définitions décrivent le pixel essentiellement comme un petit élément qui constitue en nombre une image, elles ont un point de vue uniquement informatique sur cette figure. La définition du CNRTL parle d'une image enregistrée, un pixel inerte et fixe qui peut être transmise par un système informatique. En revanche la définition publiée dans le TIC ne considère pas qu'exclusivement le pixel d'une image, mais aussi celui d'un écran. Celui de l'écran a un autre sens que celui de l'image suivant cette définition, car on peut « lui affecter individuellement des caractéristiques visuelles », il peut être modifié. J'observe dans ces deux définitions une distinction dans l'usage et les propriétés des pixels. D'un côté il est figé, de l'autre côté il est animé.

La prochaine définition est celle de Manuel Gausa, un architecte espagnol qui a rédigé un dictionnaire spécialisé entre architecture et informatique¹. Cette définition, plus problématique que les précédentes relèvent très clairement cette distinction entre les deux types de pixels.

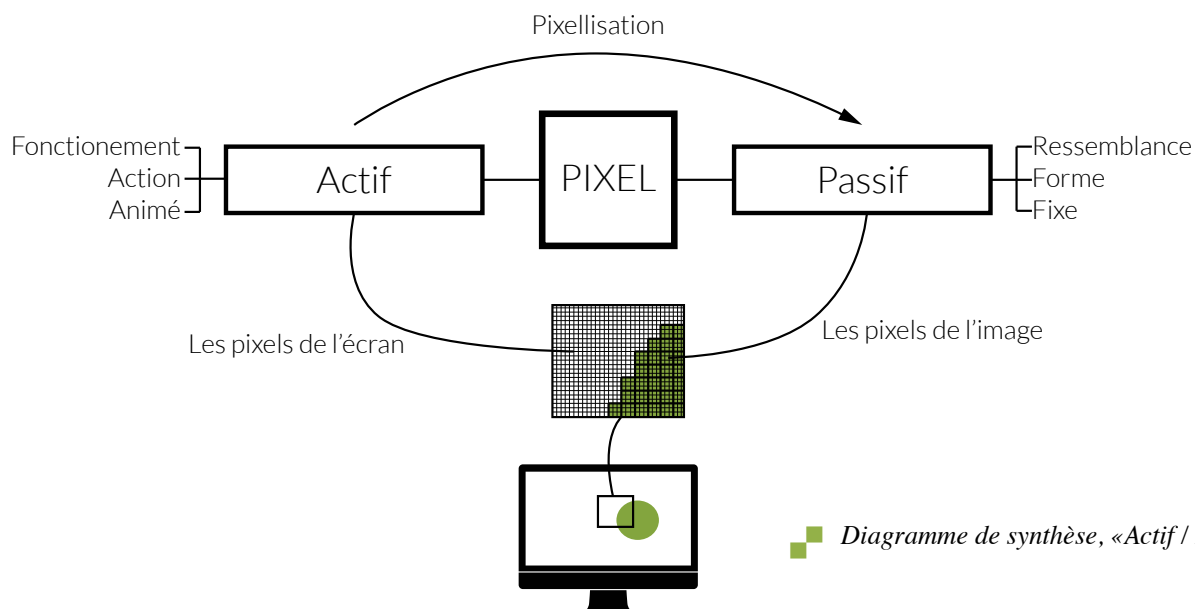
*Pixels are a picture element. They can be either **active** or **passive**. Only the active ones interest us. As on operative strategy, the graphic element is inserted into the landscape, creating a map of bits, presumably static.*

Pixels are an operative strategy when we divide the space of the project into equal parts for the purpose of interacting with the environment by incorporating sensors that cause the external stimuli to flow in an orderly maner, as on a computer screen. The result is always variable, never static.

*Les pixels sont des éléments d'image. Ils peuvent être à la fois **actifs** ou **passifs**. Seuls les actifs nous intéressent. Comme pour la stratégie opérationnelle, l'élément graphique est inséré dans le paysage, créant une carte de bits, sans doute statique.*

Les pixels sont une stratégie opérationnelle lorsque nous divisons l'espace du projet en parties égales dans le but d'interagir avec l'environnement en incorporant des capteurs qui font que les stimuli externes s'écoulent d'une manière ordonnée, comme sur un écran d'ordinateur. Le résultat est toujours variable, jamais statique. Traduction personnelle

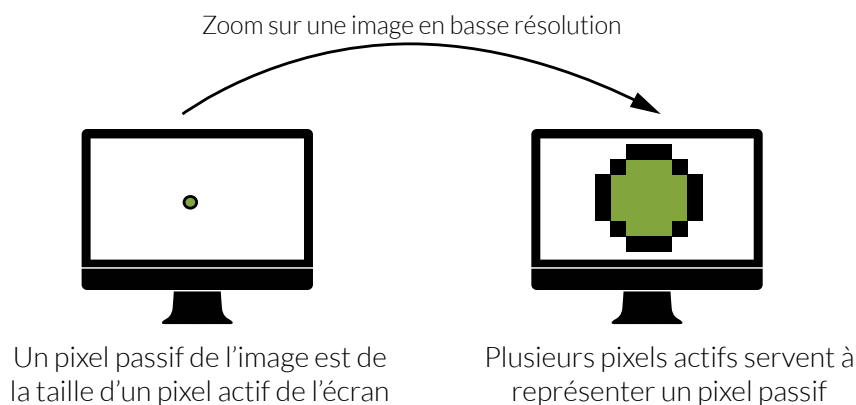
¹ Gausa Manuel (1999). Metapolis, Dictionary of advanced architecture M. GausaII constitue. Edition Actar



■ Diagramme de synthèse, «Actif / Passif»

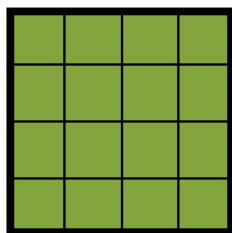
Manuel Gausa oppose deux caractéristiques principales du pixel ; d'un côté il existerait un pixel actif, et de l'autre un pixel passif. Cette distinction s'accorde également avec la précédente division que j'ai présentée, « forme » et « fonctionnement ». Le pixel passif est une forme, il a une esthétique spécifique fixe, au contraire du pixel actif qui par son nombre est vivant et peut devenir avec une action ou à travers sa propre action de pixellisation un processus de transposition. L'opposition, les contradictions, mais aussi les interactions de ces deux caractéristiques me permettront de proposer deux axes d'étude du pixel dans les projets architecturaux. Car deux phénomènes principaux s'opposent. D'un côté le pixel est utilisé comme une forme, comme élément passif, et de l'autre côté dans certains cas la forme persiste, mais c'est l'aspect actif du pixel qui est utilisé avec tout le champ d'action que l'on peut lui ajouter pour le faire fonctionner.

La distinction entre passif et actif est un élément important pour la suite de cette recherche. En effet, il s'agit bien de deux types de pixels différents, mais qui porte la même dénomination.



■ Zoom sur image, «Actif / Passif»

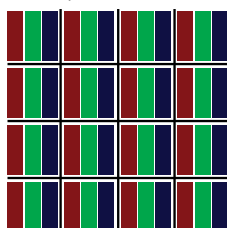
1 pixel passif



Le pixel actif

Il s'agit du petit élément de l'écran composé de trois micro-LED. Ce pixel est appelé actif, car il change plusieurs fois par seconde sur l'écran grâce à un système de balayage. Ces pixels caractérisent la définition de l'écran. Leurs nombres donnent la taille de l'écran. Le pixel passif est dans la plupart des cas la référence des projets d'architecture de la partie B : *Ressemblance, le pixel comme forme* de ce mémoire.

16 pixels actifs



Le pixel passif

Ce pixel n'a rien à voir avec ceux que l'on trouve dans les écrans. Le pixel passif n'est pas matériel et n'a pas de taille fixe contrairement à un pixel actif. Le pixel passif est propre à l'image, il n'a pas trois couleurs en LED (pixel actif), mais une seule couleur. Ils sont visible à l'écran si on zoome sur une photo. Dans ce cas le pixel passif sera représenté par plusieurs pixels actifs (ceux de l'écran). Le pixel actif est dans la plupart des cas la référence des projets d'architecture de la partie C : *Fonctionnement, le pixel comme action* de ce mémoire.

1 pixel actif



■ Diagramme, pixel
« Actif / Passif »

Regard scientifique : échelle, vocabulaire, fonctionnement

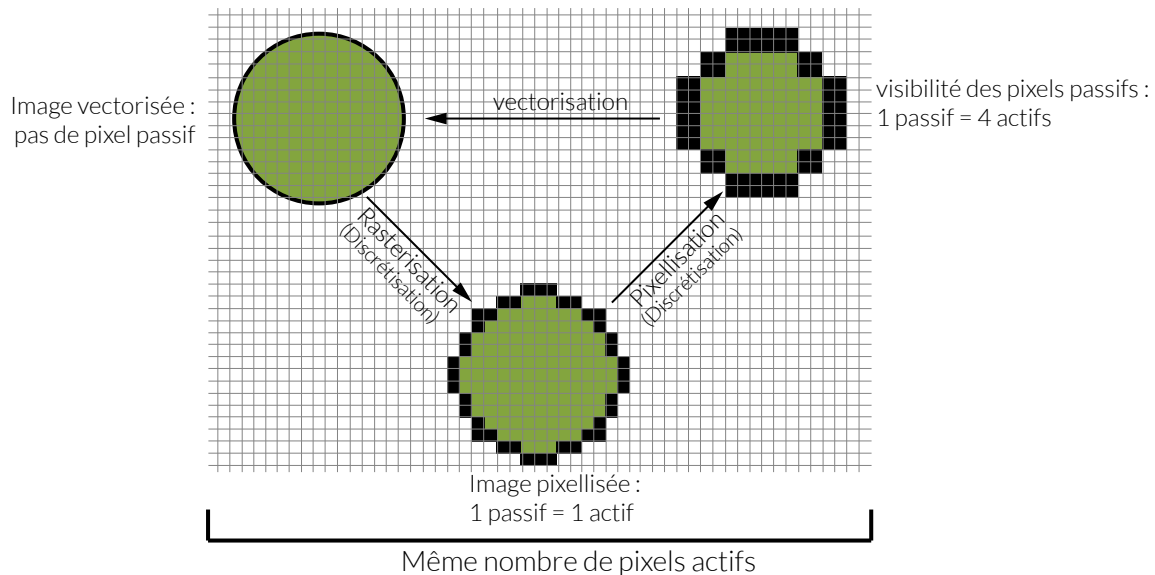
Le pixel aussi écrit *px* est une unité qui permet d'évaluer la définition d'une image. La taille d'une image numérique est donnée en pixels, d'abord la largeur puis la hauteur. C'est l'unité minimale adressable à un contrôleur vidéo. Par exemple un câble VGA permet de transmettre une image de 640x480px. Chaque pixel d'un écran numérique représente une couleur qui est le résultat par synthèse additive de trois couleurs primaires : rouge, vert, bleu. Un pixel est approximativement rectangulaire et parfois carré, il est conventionnellement représenté carré. La zone du pixel est subdivisée en trois zones : RVB. C'est l'intensité de chaque couleur primaire qui donne la teinte du pixel. Aujourd'hui sur les écrans grand public la taille d'un pixel varie entre 0,18 mm et 0,66mm de côté.

Le pixel est une surface plane, on ne mentionne pas de profondeur, ces caractéristiques se limitent exclusivement à sa largeur, sa hauteur, sa teinte en RVB. Dans certaines références que je présenterais, le pixel est considéré comme un objet 3D, un cube. C'est une image extrapolée qui ne représente pas la réalité.

En informatique un pixel est codé en Bits. Si un écran est noir ou monochrome, il représente 1bit. 16 couleurs représentent 4bits, 256 couleurs représentent 8bits soit 1 octet, jusqu'à 16,7 millions de couleurs pour 24 bits.

En photographie un capteur numérique qui a pour définition 3,2 mégapixels (Mpx) peut enregistrer une image de 2 048x1536px soit 3145728px au total. Plus la définition d'une image est élevée plus elle peut être imprimée grand sans voir les pixels à l'œil nu. Au contraire une image avec une très faible résolution sera affichée sur un écran actuel de deux manières. Soit de petite taille pour ne pas distinguer les pixels passifs qui dans ce cas seront de la même taille que les pixels actifs (l'image est donc de la même résolution que l'écran). Soit l'image est plus grande à l'écran mais dans ce cas les pixels passifs se voient à l'œil nu.

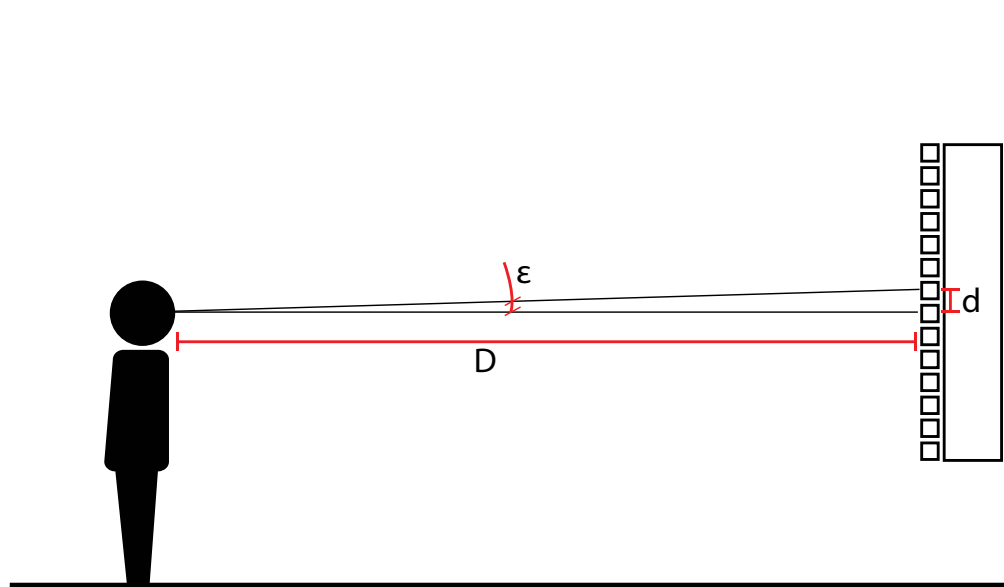
La pixellisation est l'action du pixel : c'est l'acte de diviser une image fixe ou mouvante en petits carrés qui ont un caractère unique et ne contiennent qu'une seule information. C'est l'association de toutes ces informations qui permet de former une représentation, une image qui dépeint. L'action de pixelliser une image (comme dans les commandes Photoshop) est l'action qui fait perdre des informations à celle-ci. L'image perd son caractère vectorisé si elle en avait un.



■ ■ Diagramme de synthèse, « Pixellisation & Discretisation »

Dans le langage courant, dire qu'une image est moins pixellisée qu'une autre revient à dire que ses contours sont plus lisses et que les pixels sont moins visibles, car plus nombreux, car plus petits. L'action « pixellisation » sert à alléger le poids des images sous deux points de vue. Le premier est de pixelliser une image pour qu'elle prenne moins de place dans un espace de stockage. Le second point de vue est celui de la simplification, de la stylisation (processus utilisé couramment dans la création de logos et d'icônes). Dans ce sens la pixellisation est moins littérale, mais revient également à faire perdre de l'information, en laissant juste les éléments essentiels qui servent à comprendre ce que représente l'image. (cf. partie B.1 : *Nombre de pixel et représentation*)

Ici on peut parler d'échelle optique : la pixellisation permet à une certaine distance de voir une représentation, qui est simplifiée quand on se rapproche. La pixellisation est un phénomène informatique. L'acuité visuelle est le phénomène physique qui, à une certaine distance, confond deux points très proches l'un de l'autre. L'acuité visuelle ne s'applique pas uniquement à un système pixellisé, elle s'applique également en impression, et ce phénomène optique a été utilisé dans différents mouvements artistiques, bien avant la création des pixels.



■ ■ Schéma formule acuité visuelle

De la mosaïque, en passant par le pointillisme, pour arriver au pixel

Le pixel est un objet dynamique qui grâce à son nombre sert de système de représentation. Cette définition de la fonction du pixel peut également être apparentée au système de la mosaïque. Une mosaïque est également un ensemble de petits carrés de céramique monochrome, appelées tesselles qui, une fois associées, forment un système de représentation¹. Les liens entre pixel et mosaïque sont étroits, et pourtant des milliers d'années les séparent.

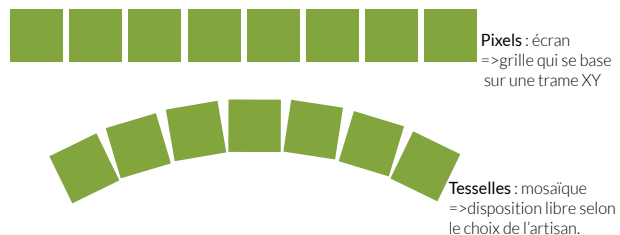
Dans un premier temps, la tesselle comme le pixel sont de forme carré. Ensuite leur fonctionnement commun grâce à l'acuité visuelle. Je suppose que c'est à partir de ce phénomène physique que les premiers pixels ont été dimensionnés. Si l'on considère que nos yeux sont à 50 cm de l'écran alors on est capable de calculer la taille maximum d'un pixel pour qu'il ne soit pas perceptible dans son unité. Aujourd'hui cette règle de calcul ne s'applique plus pour les écrans, car sur des écrans haute définition il est impossible de distinguer à l'oeil nu les pixels. La dernière caractéristique commune entre les tesselles qui composent la mosaïque et les pixels qui composent l'écran ce sont leur système colorimétrique. La proximité entre un petit élément bleu et un autre rouge donnera en fonction de leur luminosité une teinte magenta plus ou moins claire. Ce sont ces trois caractéristiques qui me permettent de mettre en relation pixel et tesselle, écran et mosaïque.

En revanche une caractéristique les distingue, c'est leur composition. Alors que les pixels s'organisent dans une trame XY orthogonale, les tesselles des mosaïques n'ont pas cette rigueur. La taille des tesselles plus importante que les pixels est compensée pour faire des courbes qui ne soient pas trop crénelées par l'orientation de chaque tesselle. Ils suivent donc des courbes et imposent à l'artiste à certains moments d'effectuer des découpages.

¹ Jacqueline Ceresoli (2009). L'ARCA international, n°89, *De la mosaïque crétoise au « pixall » dans le design contemporain*. p94-95



■ Mosaïque romaine de Volubilis, Scène de chasse figurant sur une mosaïque du site archéologique de Volubilis, au Maroc (fin Ier s. av. J.-C.-IIIe s. apr. J.-C.).



■ Différence entre tesselles et pixels

Les néo-impressionnistes et les pointillistes ont explorés une technique entre le fonctionnement du pixel et de la mosaïque. Nous comprenons une image *néo-médiatique*¹ (une image sur un écran), car notre œil ne fait pas la différence entre des petits points trop proches, il additionne les couleurs et les fusionnent (acuité visuelle).

¹ théorie développé dans Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*.

Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel.



■ ■ Paul Signac *Notre Dame de la Garde*, 1905

La mosaïque fonctionne presque de la même manière, à la différence que les technologies de l'époque ne permettaient pas de créer des objets de dimension microscopique. Les artistes travaillant la mosaïque ont compensé le manque de mélange de couleurs primaires par l'œil en multipliant les couleurs. Par conséquent ce n'est plus la proximité entre un carreau rouge et un bleu qui va faire du magenta comme le ferait un écran, mais directement une couleur magenta. La même technique est utilisée par les peintres Neo-impressionnistes, comme Paul Signac ci-dessus par exemple. L'artiste Kan a réinterprété cette technique avec des outils informatiques bien plus tard, mais l'effet optique reste le même.



■ ■ *Señiorita*, KAN, 2014, 97 X 146 cm

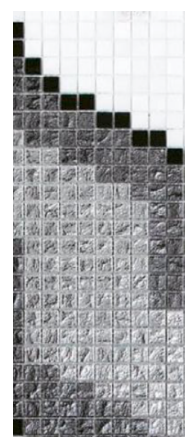
La taille de l'image a aussi son importance, on retrouve certaines proportions entre un écran et une fresque. Le nombre de pixels ou le nombre de tesselles et similaire en quantité. Pour donner un exemple, un écran rétina de 15 pouces (2880x1800px) correspondrait à une mosaïque de 14x9m pour une même définition. Par exemple, le *Kunstmuseum*², est présenté par les graphistes du projet comme un écran avec une certaine définition et le nombre de briques correspondant, il existe un lien d'échelle entre les pixels et les briques comparable à celui observé entre la mosaïque et le pixel.

-
- 2 Bâle, Suisse, Christ et Gantenbein, 2016, est un musée avec une animation d'une façade en brique rétro éclairée.

Pixel/mosaïque : conception hybride

Sicis, une entreprise de mosaïque de luxe, actualise son catalogue chaque saison. En 2009 ils ont sorti leur nouvelle collection *PixALL*³. La caractéristique de cette collection est l'absence de coupe de carreaux. Il s'agit de compositions « pixel » en carreaux de verre de 1,5x1,5cm ou, sur demande, de 1cm, pré-assemblées sur feuilles de 30x30cm. Toutes leurs collections à l'exception de celle-ci varient les alignements de tesselle pour suivre les motifs, imposant de redécouper certains morceaux. La charte graphique de la collection respecte rigoureusement des axes X et Y comme sur un écran d'ordinateur. Les images qu'ils représentent dans cette collection sont dans un premier temps calculées à l'ordinateur, puis elles sont pixellisées pour respecter la trame et les dimension pré-contrainte des tesselles. L'intérêt principal que je vois dans la collection *PixALL* n'est pas la figuration du pixel, mais le phénomène de pixellisation qui est utilisé ici comme une réponse contemporaine à une composition en mosaïque. La pixellisation de l'ordinateur permet également de calculer les couleurs des tesselles. Lors de la conception, le programmeur entre dans la machine le nombre de couleurs maximum à définir puis le concepteur fait le choix de l'image, des dimensions des tesselles et du nombre de couleurs. Ensuite c'est le travail de la machine qui donne le résultat de la création. Ce processus est un exemple qui fait coexister la mosaïque et les pixels. Différents domaines du design se sont appropriés les caractéristiques du pixel pour concevoir.

-
- 3 *PixALL*, mosaïque collection, Sicis (2009)



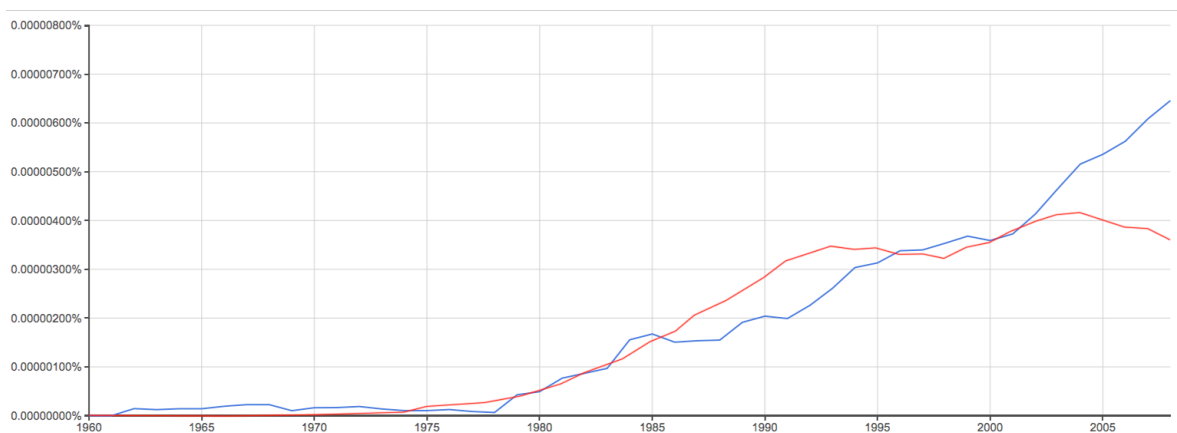
■ *PixALL*, mosaïque collection, Sicis, 2009

4. L'utilisation du pixel par les artistes : 1980-2000



■ Alien de *Space Invaders*, 1978

L'engouement dans les différents domaines artistiques pour le pixel est né avec le développement des jeux vidéo. Les premiers jeux vidéo comme Pacman ou Space Invaders font partie des premières références liées à l'utilisation du pixel comme outil. Dans un premier temps ce sont les programmeurs qui commencent à donner des formes simples à leurs jeux avec ce qu'ils savent faire : coder des pixels. Elles deviendront iconiques avec comme forme associée le pixel. L'une de ces premières icônes est *Space Invaders* (1978). Puis, les artistes s'impliquent dans cet engouement de société appelé Pixel Art (1985-2000). Cette mode s'est essouffée avec le développement du numérique et notamment de la 3D entraînant avec lui la fin du Pixel Art, de plus les pixels ne se voient plus aussi bien qu'avant car leurs tailles deviennent microscopiques. Le Pixel Art est resté en deux dimensions et n'a pas évolué avec la 3D, les quelques exemples 3D seraient peut-être le « Voxel Art » ou le « Particule Art » avec par exemple le jeu *Minecraft* (2009). À partir des années 2000, les architectes ont investi ce nouveau champ de références avec de nouvelles approches alors que sur les écrans on ne voit plus du tout de pixel.



■ Apparition du mot « pixel » dans les livres. Rouge : en anglais ; Bleu : en français

Pixel Art

Mouvement qui dépeint une société envahie d'écrans, le Pixel Art est issu de la révolution informatique. Il questionne la découverte de ce qui nous entoure par internet, et à travers le numérique. Le pixel Art n'a pas été théorisé, il a été nommé ainsi quand les graphistes ont pris le relais des développeurs dans la conception des personnages de jeux vidéo et des univers. Le premier jeu vidéo qui pourrait accompagner la naissance du pixel Art remonte à 1973-75, il s'agit de *Super Paint*. C'est le premier logiciel de dessin grand public qui était disponible sur Apple avant même que l'*Apple Lisa* développe sa première



■ *Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975*

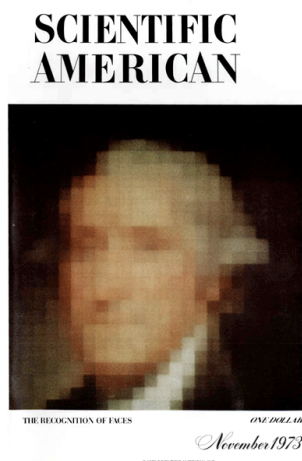
« *Dalí réalisa cette œuvre en hommage au peintre Mark Rothko, à partir d'une interprétation digitale du visage de Lincoln obtenue par le cybernéticien américain* »

Leon D. Harmon. Cartouche du tableau au Musée Dalí

interface culturelle. Ce logiciel ressemble au paint que l'on connaît aujourd'hui. Au départ les Pixels artistes était des graphistes au service des jeux vidéo qui composaient avec une palette de deux couleurs et avec le moins de pixels possible les personnages de jeux vidéo. Il décidaient un par un si le pixel était noir ou blanc. Il s'agissait d'un travail de composition et de placement très précis qui nécessitait une esprit de stylisation parfaite, car l'objectif était de représenter des éléments qui pourraient être reconnaissables facilement avec le moins de pixels possible. Ensuite les graphistes ont pu ouvrir leur palette graphique à plus de couleurs avec le développement des écrans en couleur. Cependant les Pixels artistes limitaient leur travail à 8 ou 16 couleurs maximum.

L'une des premières œuvres pixellisées célèbres est un portrait appelé : *Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln*, Salvador Dalí (1975). Cette œuvre n'est pas du pixel Art comme on pouvait l'entendre à cette époque, le Pixel Art étant exclusivement numérique alors. Ici cette référence avant-gardiste ressemble plus à du Pixel Art contemporain qui change la dimension des pixels et change de médium d'expression, ici la peinture.

En 1973, deux approches ont donné naissance aux premières représentations pixellisées à référence informatique. En 1973 d'un côté des scientifiques en informatique ont présentés sur la couverture de la revue Science un portrait de George Washington (1). Celui-ci réalisée à partir d'un ordinateur qui contrôlait des carrés de couleur, le portrait est composé de 624 pixels. Au même moment, l'artiste Close va peindre une toile composée de 216 carrés gris qui représentent Abraham Lincoln (2). Cette œuvre fait la couverture la même année d'un article de Harmon et Julesz intitulé « Masking in visual recognition: effects of two-dimensional filtered noise ». Cet article scientifique tend à trouver le nombre minimum de pixels qu'il faut pour créer un portrait reconnaissable. Il démontre que seuls 108 pixels auraient suffi à Close pour représenter le portrait d'Abraham Lincoln.



1



2

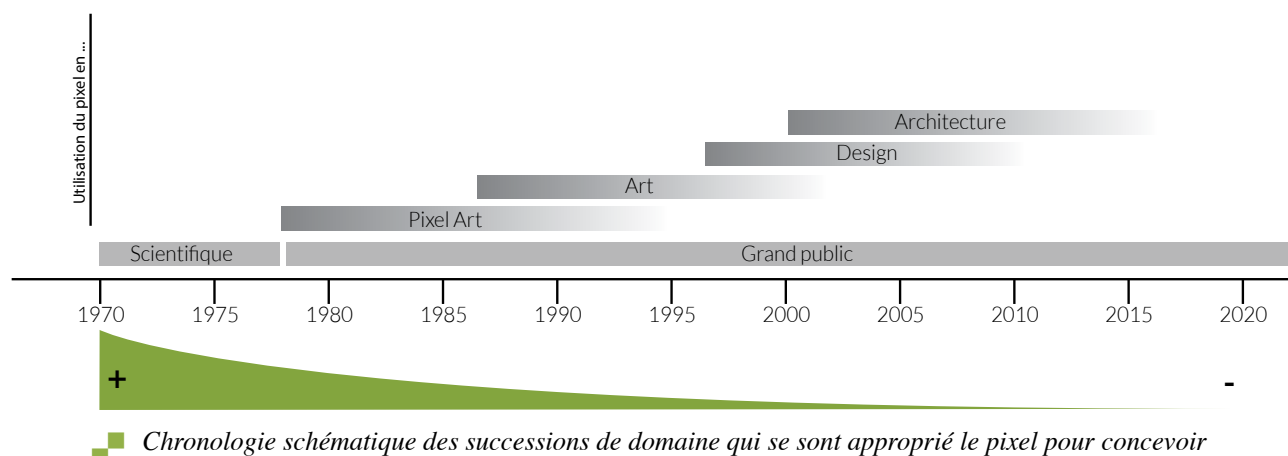


3

- 1 : Couverture de la revue «Scientific American», experimentation informatique, novembre, 1973
- 2: Couverture de la Revue Science, Portrait d'Abraham Lincoln (peinture), Close, 1973
- 3 : Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975

Cette performance informatique à inspiré Dalí qui, deux ans après, en 1975, peint le tableau de *Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln* (3). Une œuvre à double sens qui comme les expérimentations précédentes questionne les degrés de perception du pixel. À une grande distance, l'œuvre dépeint le portrait phare du président Lincoln, avec la même position que celle choisie par Close. Au second regard, en se rapprochant de ce portrait on peut voir Gala, une femme nue de dos. En référence à son inspiration, dans un des pixels, à la manière d'un procédé fractal, on peut voir le portrait original de Lincoln peint par Close en 1973.

L'Histoire du Pixel Art continue en se mêlant à la vague de numérisation pour ensuite s'inscrire dans la continuité du Pop Art, basé sur la culture populaire, les jeux vidéo, la culture geek. À l'image du Pop Art, le Pixel Art met en avant des icônes. Pour le Pop Art ce sont des icônes de la société : Marilyn Monroe, les fameuses *Campbell's Soup*, etc. Le Pixel Art met également en scène des icônes d'interface comme nous avons vu précédemment avec le projet de Sussman & Prejza pour le campus d'Apple qui avec sa signalisation pixel fait un clin d'œil à sa première interface, mais aussi des icônes de la société numérique des années 80-90 ; *Pacman*, *Space Invaders*, *Mario*, etc. Le pixel Art se développe dans plusieurs domaines artistiques pour finalement inspirer le travail des architectes.



Du pixel Art à l'architecture en passant par le Design

Dans le champ des installations, le travail de Jacob Hashimoto est un exemple des centres d'intérêt du Pixel Art. De petits modules de papier géométrique investissent l'espace. « *Leur caractéristique cellulaire est issue du monde numérique de jeux vidéo tels que Minecraft avec ses niveaux apparemment infinis.* » Jacob Hashimoto, Fondazione Querini Stampalia – Venise (2013). Certains stylistes se sont aussi rattaché au Pixel Art pour un temps. Le travail de Cristian Zuzunaga utilise les caractéristiques de formes et de couleurs pour orner ses textiles de motif pixel. Son travail explore les relations entre le virtuel et le monde réel. Il est issu d'études de biologie pendant lesquelles il était fasciné par le microscope. Il a gardé cette fascination dans son travail par la pratique du grossissement, il décompose les images dans leur état numérique. En 2014 lors des Design Awards, il a reçu le prestigieux prix « Wallpaper Award »¹ pour la catégorie *Best Pixellisation*.

Le Pixel Art a aussi un grand impact dans le design, particulièrement dans le design de mobilier. Le designer Bomi Park et sa collection *afterimage* créent des jeux de vision sur des maillages de pixels en lignes. Ron Arad a également travaillé autour du pixel avec son canapé *Do Lo Res* en 2008.

¹ Le « Wallpaper Award » est un prix décerné lors des Design Awards par le magazine *Wallpaper** : URL : www.wallpaper.com

Les références de Pixel Art sont nombreuses, elles représentent l'attrait pour la pixellisation, volonté de simplification, de floutage, de censure. Les significations sont diverses et interprétées différemment par chaque artiste. Les points communs entre toutes ces significations se retrouvent dans leur esthétique issues de l'univers du jeu vidéo. Le Pixel Art n'a pas directement touché l'architecture, mais quand ce mouvement s'est essouffé, les architectes en-ont réinterprété les questionnements pour répondre à des problématiques plus architecturales.



■ *Do Lo Res, Ron Arad, 2008*



■ *Cristian Zuzunaga, Collection Quadrat at RCA, 2007*



■ *Jacob Hashimoto, géant de gaz, 2013, du site d'installation spécifique, Fondazione Querini Stampalia – Venise, Courtesy Studio la Città – Vérone © Michele Alberto Sereni*

5. Deux familles de transposition en architecture

À partir de la définition d'Emmanuel Gausa, je développerai dans cette recherche deux axes d'étude orientés principalement sur les deux typologies du pixel; d'un côté le pixel passif, de l'autre le pixel actif. Chaque axe sera développé sous différentes approches. À partir d'une sélection de projets d'architecture, les analyses orientées par les hypothèses de transposition permettront une compréhension globale des projets. En effet le pixel démontre plusieurs enjeux conceptuels pour l'architecture. Dans certains projets les enjeux sont multiples et font émerger une complexité de conception qui sert le bâtiment.

Ressemblance, le pixel comme forme

À partir du pixel passif, je traiterai le premier type de transposition. Celui-ci est de l'ordre de l'analogie formelle. Cette transposition par la forme engendre un vocabulaire spécifique dans la description des projets d'architecture associés. L'hypothèse d'un champ lexical propre au pixel permettra de donner une seconde piste sur le potentiel qu'a le pixel pour les architectes. À partir des observations du style lexical liées au pixel, je questionnerai ce que représente le pixel. Pour conclure sur les transpositions par ressemblance, je présenterai les cousins du pixel, le voxel et le texel, qui présentent des similitudes formelles, mais également conceptuelles avec le pixel. L'analyse de ces projets à travers ces deux formes me permettra de déterminer avec plus de précision les limites du potentiel conceptuel du pixel passif transposé à partir de sa forme. Pour continuer à explorer le champ des possibles, le pixel actif comme action permettra de développer de nouvelles hypothèses.

Fonctionnement, le pixel comme action

À partir du pixel actif, les processus de transposition sont radicalement différents de ceux liés au pixel passif. En effet, le pixel actif est le composant essentiel des écrans, c'est lui qui donne la faculté de représenter. Par sa nature de petit élément, il doit subir des transformations pour s'adapter à l'échelle de l'architecture. Dans un premier temps je présenterai le « zoom ». Le pixel sera interrogé transversalement avec sa relation au contexte architectural et sa sémantique. Quels sont les liens entre la taille du pixel et ce que l'architecte veut exprimer, quels sont les facteurs qui entrent en compte ? Le pixel est également sa propre action, il permet de se transformer par lui-même, c'est la « pixellisation ». Utilisé par les architectes pour simplifier le contenu et l'information dans un premier temps, ils l'utilisent également pour des questions constructives en relation avec des images déformées. Dans cette hypothèse, la pixellisation est un véritable outil de construction de l'architecture. Enfin, « l'animation » est l'apogée de la nature du pixel dans l'architecture. Le pixel vivant, le pixel LED est parfois transposé avec succès, parfois transposé sans relation à l'architecture. Dans ce cas je présenterai les nouvelles problématiques induites par cette non-transposition.

FB

Ressemblance, le pixel comme forme

1.	L'analogie sans contrefaçon	27
	Son apparence réel et son apparence imaginaire	27
	Description par le dénombrement	28
	Le champ lexical du pixel	30
2.	Le second point de vue	34
	Génération pixel	35
	L'utilisation du pixel pour ses connotations	36
	Apparenté au pixel	37
3.	Mimer le pixel	39
	Le texel	40
	Le Voxel	42
	Définition scientifique	
	Catherina Tiazzoldi : Conception paramétrique	
	Ron Arad, pour un exemple synthétique	
4.	Les formes du pixel (synthèse)	46
	La forme grammaticale	46
	La forme culturelle	47
	Les formes géométriques	47

Après avoir vu les différents potentiels que peut représenter le pixel pour les architectes, je présente dans cette partie quelles sont les transpositions qui permettent d'intégrer le pixel aux processus de conception. Dans un premier temps, par la ressemblance, celles-ci peuvent être formelles, suivant les caractéristiques décrites dans la première partie. Dans un second temps, ces ressemblances peuvent aussi être sémantiques, c'est-à-dire ce que représente le pixel au-delà de sa forme, par exemple sa connotation aux nouvelles technologies.

Dans cette partie, une première approche s'attache scrupuleusement aux caractéristiques du pixel qui entraîne un champ lexical particulier avec une certaine ressemblance des textes dans la description du projet et dans le projet en lui même. La seconde approche concerne la sémantique du pixel, sa connotation aux nouvelles technologies, à l'innovation, à la culture numérique. Dans cette partie, je finirais par présenter un exemple où l'engouement médiatique pour des « choses pixellisées » a déformé le sens premier de l'architecture. La dernière approche par la ressemblance se fait sous forme de parenté, par le mime. Sans employer le mot pixel les projets sont étroitement liés à toutes ces caractéristiques, l'enjeu sera de déterminer les raisons qui ont mené les architectes à ne pas utiliser le concept de « pixel » dans leur projet, alors que pourtant tout le champ lexical lui correspond.

1. L'analogie sans contrefaçon

L'analogie est un « rapport de ressemblance, d'identité partielle entre des réalités différentes préalablement soumises à comparaison »¹. Ces ressemblances seront présentées dans cette partie principalement à travers la focale textuelle et l'analyse de discours. La première hypothèse traitera de la description par le dénombrement. Conditionné par sa nature de particule, le pixel induit une caractéristique de description particulièrement quantifiable. À partir de cette première observation de l'importance du nombre, un champ lexical sera déduit basé sur la littérature de projet d'architecture qui traite le pixel.

1 Définition du dictionnaire des trésors de la langue française

Son apparence réel et son apparence imaginaire

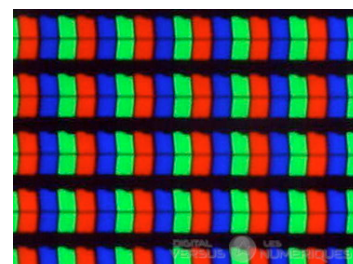
L'objet de cette partie est donc d'identifier le premier objet de comparaison : le pixel, mais lequel ? Comme présenté dans la première partie, deux catégories de pixels ont été différenciées. D'un côté on trouve le pixel actif qui est le pixel informatique, et d'un autre côté le pixel passif qui est un pixel que je qualifie de conventionnel. Si la distinction entre les deux est importante, c'est qu'ils ne véhiculent pas le même sens, et il est donc primordial de les identifier.

Le pixel actif, dit informatique, est un système électronique composé de trois micro-LED RVB. Les micro-LED sont appelées sous-pixels. Pour un écran d'ordinateur, chaque pixel compte trois sous pixel et pour des écrans géants il y en a dix-huit. L'analogie de ce pixel en architecture sera présentée majoritairement dans la partie C : *Fonctionnement, le pixel comme action* de ce mémoire.

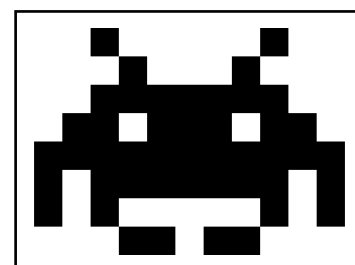
Le pixel passif, dit conventionnel, est une forme carrée monochrome. Son échelle est variable et sa volumétrie est soit plane soit cubique. Dans cette partie intitulée *Ressemblance, le pixel comme forme*, c'est majoritairement celui-ci qui sera traité.

Le pixel passif, pour exister en tant que tel, doit pouvoir être visible à l'oeil nu, on doit pouvoir le distinguer de son voisin. Il doit être possible de les compter. Le dénombrement accompagne dans de nombreux exemples l'utilisation du pixel dans des projets d'architecture. Combien sont-ils ? Combien d'axes X et Y ? Quelle est l'échelle de la matrice ? Quelle est la définition du système ? Ce sont ces axes que je développe dans cette partie.

Pixel informatique
(pixel actif, réel)



Pixel conventionnel
(pixel passif, imaginaire)



■ *Alien de Space invaders,*
1978

Description par le dénombrement

Ci-dessous quelques extraits de présentation de projet de Pixel Architecture qui montrent une description par le dénombrement :

« [...]La principale caractéristique de ce bâtiment réside dans les nombreuses petites « cheminées » vitrées éparpillées sur toute sa surface. Les quelque **1 200 vitres de 720 tailles** différentes se veulent un agrandissement des pixels d'une image numérique représentant les reflets du soleil sur la mer des Canaries. [...]»

_Description du projet Espacio de las Artes par Herzog et De Meuron

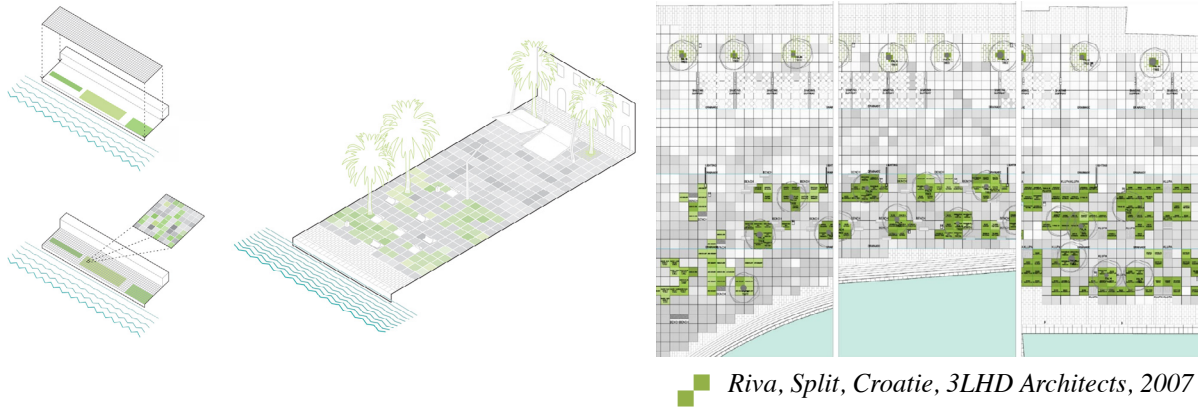
«[...]produisent un bâtiment où seuls cinq des **145 appartements** sont répétés.[...] »

_Description projet 305 56 Leonard Street par Herzog et De Meuron

« [...] La frise légère s'étend sur **sept** segments de façade et mesure au total **115** mètres de long. Il se compose de **40** joints horizontaux et a une résolution totale de **1306 x 40** pixels. La distance entre chaque LED est de **22 millimètres**, avec **quatre** LED adjacentes formant un pixel. [...] »

_Description du projet du Kunstmuseum Bâle, Suisse, architecte Christ & Gantenbein, écrit par l'agence de graphiste Suisse iart.

Le dénombrement revient souvent dans les discours des architectes qui utilisent la forme du pixel dans leurs projets. La taille devient un élément de description au même titre que les qualités spatiales. On peut énumérer le nombre d'éléments, le nombre de répétitions d'une série. Par exemple la résolution d'un écran est donnée par le nombre de pixels par rapport à une superficie. C'est une des caractéristiques majeures du pixel, car il n'existe que s'il est présent en quantité. Son nombre compte, car même si l'on n'arrive pas à distinguer un pixel à l'oeil nu, une ligne de pixels mortes est très visible sur un écran.



La matrice de pixels transposée à la trame de l'architecture est une ressemblance formelle d'un nouvel ordre. Le pixel comme élément unique est mis au second plan pour affirmer la place de la grille. Cette grille à la fois théorique et construite permet de nouveaux potentiels de conception pour les architectes. Par exemple la Riva à Split en Croatie, les architectes présentent ce projet comme basé sur une matrice de pixels. Cette dernière leur permet de donner une échelle globale à la Riva, qui pourrait s'apparenter à une résolution. Mais cette matrice permet également de dimensionner des sous-espaces (des pixels). La relation entre l'échelle du pixel et de la place permet de multiplier les jeux spatiaux. Les unités s'allument ou s'éteignent pour créer des espaces minéraux ou végétaux.

« [...]La forme romaine modulaire du palais dans la dernière phase est devenue le cadre qui a façonné la ville et a conduit son expansion; de la même manière, les dimensions, les matériaux et la forme du réseau modulaire d'éléments en béton posés sur Riva ont orienté l'agencement et les positions de tous les autres éléments de l'espace public.[...] »

_Description du projet par 3LHD Architectes

C'est donc la caractéristique matricielle du pixel qui engendre dans ce projet une approche analogique de l'espace. L'ensemble de la conception est chiffrable. Chaque pixel fait 1,5x1,5m, par exemple la terrasse d'un café fait 16 éléments de côté soit 16x16m et la promenade centrale fait 7 éléments de large soit 10,5m.

Le champ lexical du pixel

Le dénombrement est une des formes linguistiques qui caractérise couramment les descriptions de projet qui utilisent le pixel. Mais d'autres notions reviennent souvent. Les extraits suivants ont été choisis car ils sont rédigés par les concepteurs. De plus, ce sont des descriptions succinctes, elles mettent en avant les points forts des projets. Dans l'ensemble des extraits présentés ci-dessous le mot pixel apparaît. Le vocabulaire qui revient systématiquement dans les écrits liés au pixel est surligné.

«[...]Pour dissiper la tendance à la **répétition** et à l'anonymat dans les immeubles de grande hauteur, 56 Leonard Street ont été développées de **l'intérieur** à **l'extérieur**. Le projet a commencé avec des salles **individuelles**, en les traitant comme des «pixels» **groupés ensemble** par étage. Ces pixels se **combinent** pour informer directement le volume et façonner **l'extérieur** de la tour. De **l'intérieur**, **l'expérience** de ces pixels donne l'impression d'entrer dans une **série de grandes** baies vitrées.

La stratégie des salles «pixellisées» se déroule également en **section**, créant ainsi un **grand nombre** de terrasses et de balcons en saillie. [...] Le **système** de décalage, de recul et de pixellisation est encore **animé** par des **fenêtres** utilisables dans chaque **unité** de deuxième ou troisième **façade**. [...] Ensemble, ces différentes stratégies - compte tenu de la tour de **l'intérieur-dehors**, répondant aux **échelles** locales et maximisant le potentiel des **systèmes** de construction locaux - produisent un bâtiment où seuls cinq des 145 appartements sont répétés.[...] »
_Description projet 305 56 Leonard Street par Herzog et De Meuron

« [...] Il s'agit aussi d'un désir de clarté, de **netteté**, donc de la **relation** de la **lumière** à la **matière**, de la **simplicité** d'une **structure** qui puisse caractériser la traversée urbaine et paysagère.

La nouvelle **ligne** aura ses matériaux naturels et architecturaux.
[...]

La **géométrie** est élémentaire, essentielle.

Et l'important et ce que l'on va lire, deviner, imaginer à travers la **texture** du verre, qui vont pixelliser, diffracter, **recomposer** les **images** mouvantes des passagers des trains, mais aussi celle des affiches, des signes des projecteurs qui habitent les gares.

Lumière si différente de **jour** et de **nuit**, questionnement

poétique sur les départs, les arrivées les pulsations de flots d'inconnus... [...]»

_ Description projet de la Gare Ceva par Jean Nouvel

« [...] La **géométrie** de l'architecture favorise **l'ouverture** vers **l'extérieur** tout en conférant **dynamisme** et **luminosité** à l'édifice, y compris de **nuît**, puisque l'éclairage artificiel traverse les **ouvertures** irrégulières du mur pour filtrer vers la ville. [...] La principale caractéristique de ce bâtiment réside dans les **nombreuses** petites « cheminées » vitrées éparpillées sur toute sa **surface**. Les quelque 1 200 vitres de 720 **tailles** différentes se veulent un **agrandissement** des pixels d'une **image numérique** représentant les reflets du soleil sur la mer des Canaries. Les trous imitant les pixels dans les façades de béton assurent un **éclairage** particulier, une distribution originale de la **lumière** naturelle en **journée**, et une émission magique de la lumière artificielle de **l'intérieur** vers **l'extérieur** lorsqu'il fait **nuît** [...] »

_ Description du projet «Le Tenerife Espacio de las Artes (TEA)», Santa Cruz par Herzog et De Meuron

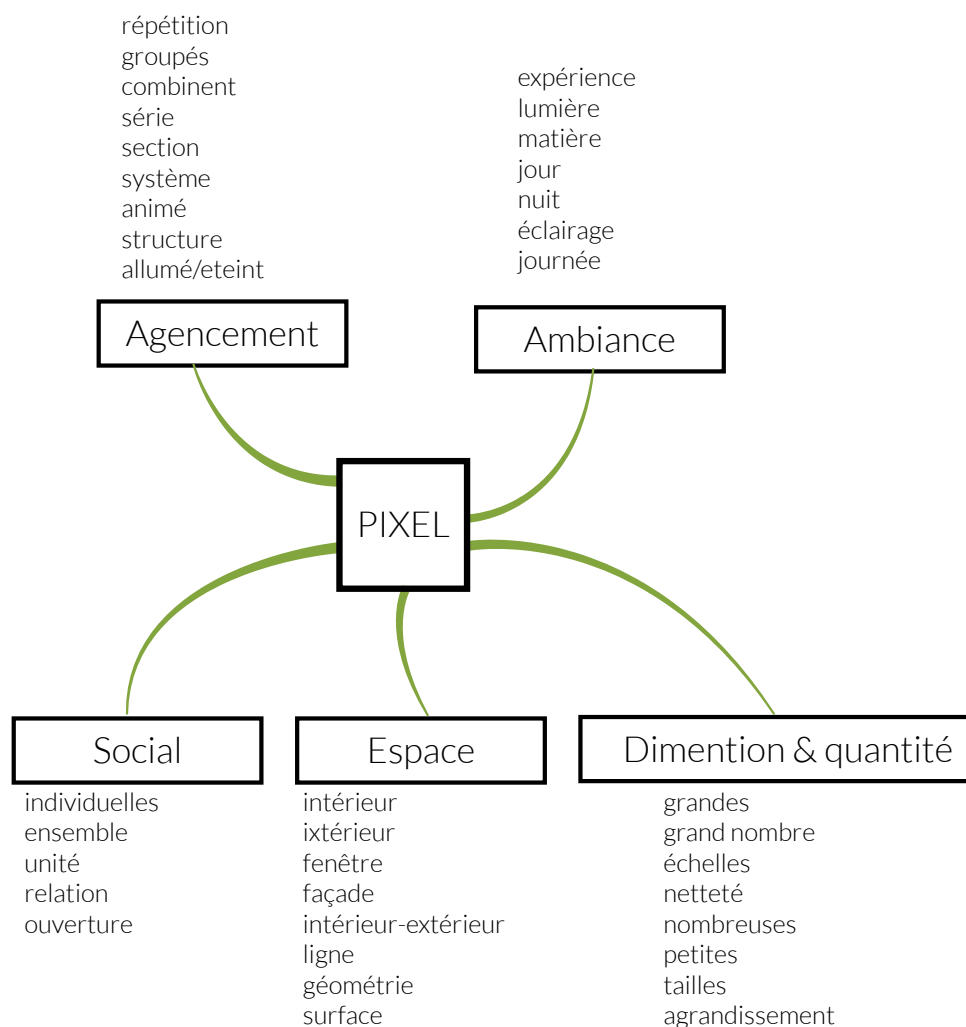
« [...] Chaque brique devient comme le pixel d'un **écran** géant. [...] Dès lors, en **allumant** ou en **éteignant** certaines ampoules, il est possible de définir un lettrage, ou n'importe qu'elle **forme** d'animation graphique. [...] »

_ Description du projet du Kunstmuseum Bâle, Suisse, architecte Christ & Gantenbein, écrit par Sophie Trelcat (2016) dans D'A Architecture, n°246. Un écran animé en brique. p94-95

« [...] La frise légère s'étend sur **sept** segments de façade et **mesure** au total 115 mètres de long. Il se compose de **40** joints **horizontaux** et a une **résolution** totale de 1306 x 40 pixels. La distance entre chaque LED est de 22 millimètres, avec quatre LED adjacentes formant un pixel. Des capteurs sur le toit du bâtiment déterminent la quantité de **lumière** qui tombe sur les segments de façade **individuels**. Sur cette base, la luminosité des LED est ajustée à la lumière ambiante. [...] »

_ Description du projet du Kunstmuseum Bâle, Suisse, architecte Christ & Gantenbein, écrit par l'agence de graphiste Suisse iart.

Le diagramme ci-dessous extrait les notions récurrentes en les hiérarchisant par famille. Chaque regroupement correspond à des thèmes d'architecture. L'agencement, l'ambiance, le social, l'espace, le dimensionnement et les quantités.



■ *Diagramme des qualificatif du projet architectural en lien avec l'utilisation du mot pixel : Le champ lexical du pixel*

Une première famille concerne **l'agencement** des pixels : comment sont-ils disposés les uns par rapport aux autres, quel rythme transmettent leurs positions ?

La seconde famille concerne **l'ambiance** que ces pixels occasionnent : dans quel contexte sont-ils scénographiés pour « briller » ? Que produisent-ils sur l'espace ?

La troisième famille concerne **les relations** « sociales » que les pixels entretiennent les uns avec les autres : sont-ils seuls, en communauté ?

La quatrième famille concerne **l'espace** : où sont-ils placés, près de quoi, sur quoi et dans quoi ? Quel espace prennent-ils est quel espace produisent-ils ?

La cinquième famille concerne **les dimensions et quantités** : combien sont-ils, quelle taille font-ils ?

Ce diagramme démontre que le mot pixel produit une diversité de vocabulaire pour décrire un édifice. Pour préciser ma pensée, je vais prendre un autre exemple, si l'on n'avait pas utilisé à la source de la conception le pixel passif, mais le triangle. On pourrait dire du « bâtiment triangle » qu'il est élémentaire, géométrique, stable, symbole de féminité, etc. Une des caractéristiques linguistiques du mot pixel est son champ lexical. Il est vaste et permet d'apporter un vocabulaire varié et précis qui entre facilement en résonance avec l'architecture. Par exemple, la notion de surface crée une passerelle facile entre les pixels des écrans et les éléments d'une façade. L'intérieur et l'extérieur sont des problématiques architecturales à part entière, comme l'est également l'interface. Les deux notions se mêlent quand on parle de pixel, l'interface habituellement employée dans le domaine informatique est une question de conception dans le domaine de l'architecture. L'interface entre l'espace public et l'espace privé a des similarités avec l'Interface Homme-Machine d'un écran. Elle pose des questions d'usage et d'ergonomie comme l'architecture. Que le pixel soit dans l'écran ou dans le projet d'architecture, il assume souvent le rôle d'interface, d'un lien entre l'intérieur et l'extérieur.

Décrire l'agencement des pixels revient à décrire une forme, voire un espace, ce qui est le propre d'une description d'architecture. La trame par exemple est un outil courant des architectes pour dessiner des projets. Les pixels s'inscrivent également sur une trame XY. Ce parallèle engendre des questions d'architecture telles que le rythme de cette trame.

Les architectes nourrissent leur projet de vocabulaire, notamment pour les décrire. Le sens de l'architecture peut être spatial, mais aussi sémantique. Pour créer ce sens il est nécessaire de développer les notions fortes qui construisent à part entière un projet. Le pixel est l'une de ces notions qui permettent de préciser le sens d'un projet, il peut donner un axe à la signification de l'édifice. C'est une de mes premières hypothèses concernant l'utilisation du pixel par les architectes. Pour un architecte il est aisé de s'appuyer sur une notion comme le pixel, car elle permet de déployer un grand nombre de qualificatifs en lien avec l'architecture et son dessin.

2. Le second point de vue

Je viens de présenter des exemples où le pixel est utilisé sans artifice, c'est-à-dire utilisé pour ses caractéristiques physiques. Ces caractéristiques sont décrites grâce à un champ lexical, qui sert également à décrire l'architecture. Différentes facettes du pixel sont exploitées dans les projets d'architecture. Parfois utilisé pour son nombre, parfois pour son apparence, et parfois pour son fonctionnement. Dans cette partie je vais vous présenter une quatrième facette du pixel, sa connotation culturelle. Celle qui est partagée et qui procure au pixel son sens populaire.

Le pixel représente le numérique, c'est une sorte d'iconographie, de stéréotype. De la même manière, une croix épaisse représente une pharmacie, cette iconographie appartient au sens commun. Par exemple le journal *Le Monde* a nommé sa rubrique concernant le numérique, les jeux vidéo et l'innovation, la rubrique *Pixel*. Le pixel est véritablement une forme du numérique.

Dans cette partie je présenterai dans un premier temps différents exemples de l'utilisation du pixel comme outil de communication conventionnel pour parler du numérique, puis j'analyserai des références d'architecture qui utilisent la connotation « high-tech » du pixel pour développer des projets représentatifs de l'innovation. Puis je finirai par présenter des projets qui, sous l'influence d'une génération pixel, se sont vus attribuer une étiquette « Pixel Architecture ».

Génération pixel

Le mot pixel est utilisé pour décrire ou même spécifier de nombreux domaines. On le retrouve dans les arts vivant avec le spectacle *Pixel* : « À la croisée des arts, corps et images fusionnent pour créer un monde de poésie et de rêve », dans le domaine de la communication avec l’affiche promotionnelle de la ville de Metz. On le retrouve également dans des rubriques de journal, comme celle du *Monde*. Il est également un nom de domaine pour un magazine en ligne qui traite des images. C’est même le dernier nom du téléphone Google : *Pixel 2*. *Génération pixel* est également le nom d’une agence de graphisme.



■ Affiche promotionnelle pour la ville de Metz, 2017



■ Logo du magazine en ligne « pixel création »



■ Spectacle «Pixel», CCN de Créteil et du Val-de-Marne, 2014

■ Bannière du site internet le Monde, rubrique Pixel.
URL : <http://www.lemonde.fr/pixels/>

Le pixel est un vrai effet de mode qui revient au goût du jour. Absent du vocabulaire culturel des années 90-2000, il est aujourd’hui un mot qui véhicule des images fortes et diverses. On pourrait dire, à l’image du numérique, qu’il est ubiquitaire. D’une part on le retrouve en tant que mot, mais aussi en tant que forme, il est présent lorsqu’un message de numérique doit être émis. Cette réponse du pixel à la question de ce qui peut représenter le numérique est une image rétro, comme un retour en arrière pour rappeler la provenance des avancées numériques. L’esthétique marquante des écrans au début de l’évolution numérique a donné naissance aujourd’hui à une nouvelle identité culturelle de l’image du numérique. Dans de nombreux ouvrages sur l’informatique dans l’architecture on retrouve une question qui traite de l’esthétique du numérique. Existe-elle, quelle est-elle ? Même si le pixel ne correspond pas à une esthétique du numérique, il est aujourd’hui le symbole culturel du numérique. Le pixel est la première grande avancée informatique que le grand public a vu dans l’informatique. Il est l’écran, la représentation de l’informatique, et plus largement du numérique.

Aujourd'hui il est presque systématiquement l'image qui représente le numérique. Les logos ci-dessous montrent le systématisme de la présence de petits éléments carrés qui sont une image simplifiée des pixels. Dans les projets suivant, je présente le pixel comme outil de représentation du numérique en architecture .



■ Logos en rapport avec des organisations qui traitent du numérique

L'utilisation du pixel pour ses connotations

L'informatique, la révolution numérique, les technologies high-tech et les jeux vidéo sont représentés par le pixel dans le sens commun. Les différentes rubriques vues précédemment démontrent cette hypothèse.

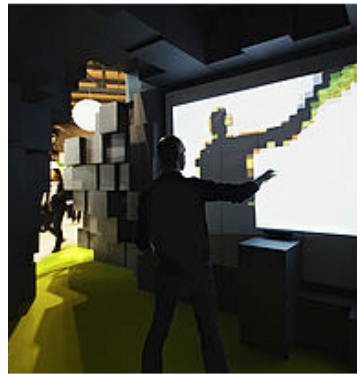
Les connotations du pixel sont également utilisées comme source de conception pour un projet. La forme du pixel n'importe que très peu dans la conception, et sa fonction de représentation encore moins. L'aspect sémantique, ses connotations sont les raisons de l'utilisation du pixel à la source du processus de conception.

Le studio de Catherina Tiazzoldi est une agence de design global qui développe des nouvelles méthodologies conceptuelles et des outils de conception adaptatifs. Elle voit la ville comme une structure complexe dans laquelle coexistent des dimensions locales, globales, physiques et virtuelles. En plus de son travail d'enseignante dans le monde entier, elle est praticienne en tant que designer et architecte d'intérieur. Son travail s'étend du design d'objet au projet d'urbanisme à grande échelle en passant par des réalisations d'architecture intérieure.

Catherina Tiazzoldi a créé deux projets qui utilisent le pixel pour ses qualités sémantique. *The Social Cave* et *Toolbox*, ils ont pour objectif de créer des espaces qui mêlent le numérique et le physique dans la même dimension. La solution esthétique présente dans les deux projets est similaire ; des formes cubiques agencées aléatoirement qui trouvent une cohérence dans leur multiplicité. Il s'agit de pixels 3D empilés aléatoirement les uns sur les autres. Le lien avec le cygne pixellisé précédemment vu sur l'affiche de Metz est le même, et les informations transmises ont des points communs. Car, comme pour le cygne, *The Social Cave* utilise le pixel pour sa valeur culturelle ; il représente le numérique, le message est donc lisible pour tous les utilisateurs.



■ ■ *Tool box, Caterina Tiazzoldi, 2010*



■ ■ *Social Cave, Caterina Tiazzoldi, 2011*



Si certains projets utilisent le pixel pour son aspect culturel, d'autres se voient influencés par cette culture. Dans l'exemple suivant, ce n'est pas le pixel qui fait référence à une certaine culture numérique, mais plutôt cette culture numérique qui met un filtre pixellisant sur ce qu'elle observe.

Apparenté au pixel

L'article suivant présente un exemple d'interprétation très orienté. Cet article provient du blog *Geek.com*. Ce site publie des articles qui concernent la culture geek, les nouvelles technologies, la télévision, les jeux vidéo, les BD et dessins d'animation. Les principales rubriques concernent les connotations numériques du pixel exposées précédemment. Le logo du site est à l'effigie de son contenu. Les courbes rastérisées de la bulle et la typographie bitmap sont un exemple flagrant de l'utilisation d'une esthétique pixel à des fins de communication, au même titre que la rubrique « pixel » du journal *Le Monde*.



■ ■ *Logo du site « Geek »*



■ Cave Bodegas Ysios, Guardia, Espagne, Frank Gehry & Santiago Calatrava, 2000

L'article de ce site présente un bâtiment dessiné par Santiago Calatrava et Frank Ghery. Il s'agit d'une cave à vin dans laquelle le travail de la toiture fait figure pour le bâtiment. L'article qui le présente n'a rien de scientifique, il se base sur une observation formelle, sans tenter de comprendre l'intention des architectes pour ce bâtiment. Néanmoins il est intéressant d'observer sur quelles caractéristiques l'auteur s'appuie pour en déduire qu'il s'agit de Pixel Art :

«Le Pixel Art est utilisé pour améliorer la conception architecturale»

« Que ce soit intentionnel ou non, le bâtiment ci-dessus utilise clairement le Pixel Art à son avantage. Bien sûr, vous devrez voir le bâtiment directement pour obtenir le plein effet, mais il est probablement magnifique de n'importe quel angle.

Le Bodegas Ysios, un producteur de Laguardia en Espagne, a été produit par le célèbre architecte Santiago Calatrava pour environ 6 millions de dollars. Un article décrivant la structure ne dit rien sur le Pixel Art, mais parle plutôt des poutres en bois et des choses comme la conception volumétrique. Passé le jargon de l'architecture, l'image (incroyable) ci-dessus nous montre des haricots courbes qui sont présentés au spectateur sous différents angles, donnant l'impression d'un Pixel Art. Les faisceaux inclinés créent et enlèvent l'effet Pixel Art - évidemment ils ont l'air très pixel-y au centre du pic, mais leur taille incohérente brise parfois l'illusion du Pixel Art.

Bien que tout cela soit certainement vrai, le bâtiment utilise certainement un effet visuel 2D sur son front qui crie juste «Pixel Art». C'est un super tour qui est visuellement époustouflant contre le décor montagneux, même s'il n'est pas isométrique. »

_Article de Sal Cangeloso du 8 décembre 2009, traduit de l'anglais_Geek.com

On trouve de nombreux cas d'interprétation des projets en architecture ou en art. Ces affiliations aux pixels n'en sont pas moins dénuées de sens, elles apportent des éléments de réponse sur la connotation du pixel. En effet, même si Calatrava n'a pas utilisé la forme du pixel comme source de sa conception, il ressort que cette ligne de toit possède certaines caractéristiques d'un objet pixellisé. Le pixel étant antérieur à sa conception, il n'a pas pu ignorer la parenté formelle de son dessin. En revanche dans cet article l'auteur parle de Pixel Art, qui est une affirmation fausse. L'affiliation au Pixel Art n'a pas uniquement pour caractéristique la forme, mais aussi son lien au jeu vidéo et à l'informatique. Pour le bâtiment de Calatrava et Gehry on peut conclure que cette ligne a des caractéristiques semblables à celles d'une ligne pixellisée, mais dans aucun cas il a une quelconque affiliation au Pixel Art. Pour aller plus loin, ce n'est pas rigoureusement exact de confirmer la ressemblance à un système pixellisé, car les suites de petits carrés ne sont pas régulières en taille et ne respectent pas une seule et même trame. Ils sont positionnés en léger décalage les uns par rapport aux autres.

Alors, si ce bâtiment ne ressemble pas à un système pixellisé, pourrait-on dire qu'il le mime, qu'il copie de façon simpliste les traits de caractère des pixels ?

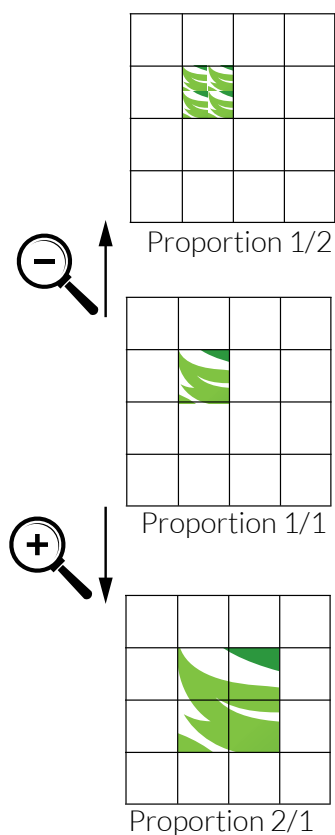
3. Mimer le pixel

Les concepteurs des projets présentés dans cette partie ne mentionnent pas le mot pixel dans leur création, cependant une parenté formelle est visible. Dans leur discours on retrouve des adjectifs communs au champ lexical du pixel que j'ai proposé précédemment. C'est cette proximité formelle et linguistique, autant dans les textes que dans les réalisations, qui m'ont mis sur la piste du mime. Un mime consiste « à exprimer par le geste, par le jeu de physionomie, sans parler, les attitudes de quelqu'un, des sentiments, des actions¹ ». Mais mimer c'est également « contrefaire, imiter d'une façon plaisante l'air, les gestes, les manières de quelqu'un¹ ». Même si le mot mime est adapté aux êtres vivants, sa définition peut s'appliquer au projet, suivant ce qui caricature ou exagère certaines caractéristiques du pixel.

Les appellations scientifiques de la famille des pixels sont précises. Toutes les formes de « petit élément » ne se nomment pas pixel. Le pixel est la combinaison de *picture* et *element*. il existe également le texel, association de *textur* et *element*, ainsi que le voxel, association de *volume* et *element*. Après la présentation de ces cousins du pixel, je m'exercerai à trouver les raisons qui ont mené les architectes à ne pas utiliser le concept de « pixel » dans leur projet mais bien à en faire le mime à travers le texel ou le voxel par exemple.

¹ Définition de «mimer», extrait du TLFi, CNRTL.fr

Le texel



■ Diagramme de principe du texel

Le texel est l'abréviation de *textur element*, ce mot décrit l'application d'une texture à une image numérique. Dans un rendu d'image en continu, par exemple pour un jeu vidéo, le texel est l'élément de texture qui peut être plus petit ou plus grand que le pixel. Dans la première partie de cette recherche j'ai divisé théoriquement les pixels en deux groupes : les pixels actifs et les pixels passifs (voir partie A : *Le premier pixel, diagramme passif/actif*). Le texel pourrait être comparé au pixel passif. Si je prends l'exemple d'une image numérique, pour une visualisation en pleine résolution, de proportion 1/1, alors un pixel correspond à un texel. Si je zoome sur cette image, la proportion est 2/1 alors le texel sera représenté sur plusieurs pixels. Et si à l'inverse je dézoome cette image, la proportion sera de 1/2, donc plusieurs texels seront synthétisés en un seul pixel.

Lors d'une prise d'image avec un appareil photo, le texel n'existe pas. Le capteur de l'appareil transforme les rayons lumineux en pixels, et chaque pixel possède un code coloré. C'est la différence avec les rendus numériques ; pour les jeux vidéo les textures se régénèrent et se développent sous forme de texel. Pour les rendus numériques, le pixel actif peut être considéré comme un support fixe et le texel comme ce qui l'anime.

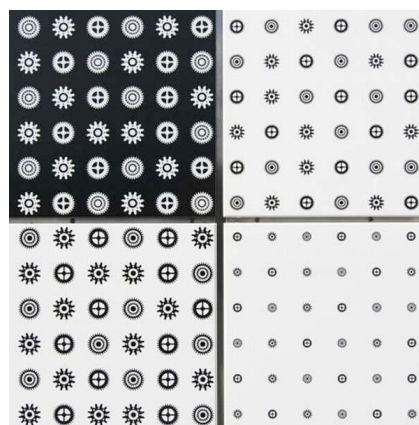
L'échelle d'un texel n'est donc pas fixe, sa quantité d'information intrinsèque varie en fonction du nombre de pixels actifs qui le représentent. Ce principe de zoom et de dé-zoom accompagné d'un gain ou d'une perte d'information est l'effet que l'on retrouve sur la façade du bâtiment *Frog Queen*.



1:1 la matrice



1:2 les carreaux

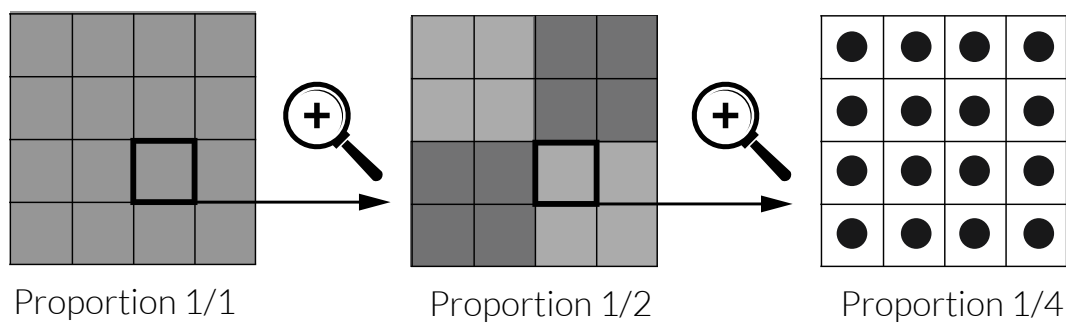


1:4 les motifs

■ *Frog Queen, Graz, Autriche, Splitterwerk, 2009_Photos : Nikolaos Zachariadis*

Frog Queen est un nouveau bâtiment pour Prisma Engineering, il a été dessiné par le collectif de design Splitterwerk. Le bâtiment est presque cubique, mesurant 18x18x17m.

Comme le diagramme présenté précédemment, la façade du bâtiment possède trois échelles de lecture qui laissent le visiteur découvrir plusieurs échelles de détail. Dans un premier temps, de loin, le texel se confond avec les pixels. C'est-à-dire qu'un pixel correspond à un texel, il donne un certain niveau d'information, ici une couleur monochrome. Puis, plus proche du bâtiment le visiteur observe un premier niveau de complexification. Chaque pixel possède en réalité plusieurs texels. Sur la matrice initiale, plusieurs carreaux de céramique composent un pixel. A cette distance, les carreaux de céramique sont eux aussi monochromes. Le dernier zoom sur la façade révèle le dernier niveau de complexité. En partant de la matrice, chaque carreau révèle des motifs qui lui donnent par leur densité et leur taille une teinte.



■ Digrame du principe du texel sur un pixel de la matrice de la façade

Dans cet exemple, le texel est un principe de conception. La référence au pixel dans ce projet n'est pas unique, elle est complétée par la référence au texel, qui enrichie la conception avec l'effet d'échelle que l'architecte met en place.

Après avoir vu l'influence des *textur element* sur l'architecture, je vais m'intéresser à un autre cousin du pixel, le voxel.

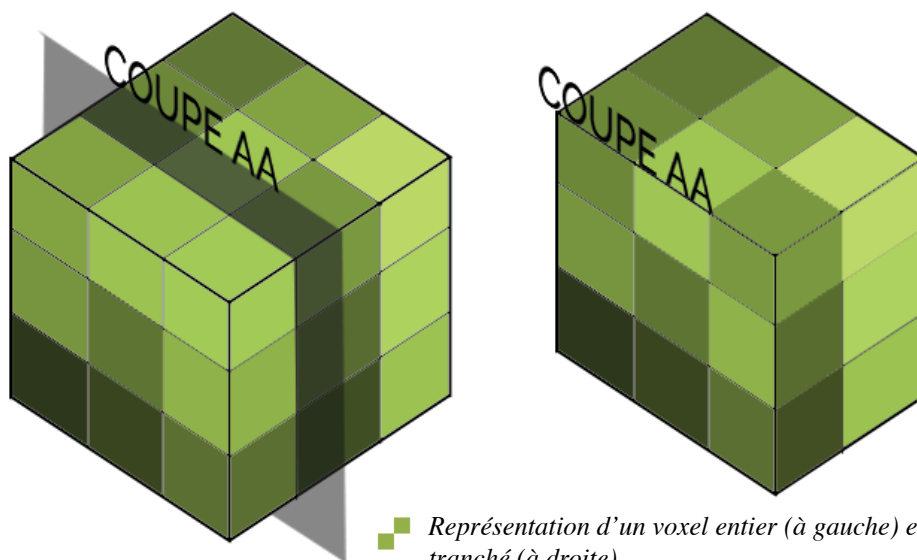
Le Voxel

Définition scientifique

Comme le texel, le voxel n'est pas non plus un pixel. Il est utilisé pour des rendus génératif, pour des cartes de jeux vidéo par exemple. Le voxel est l'abréviation de *volume element*. Il a la capacité de stocker des informations colorimétriques en trois dimensions. Contrairement au pixel, il n'est pas tangible, il est représenté à travers des pixels actifs : ceux de l'écran. Le voxel ressemble théoriquement à un cube en trois dimensions qui stocke plus d'informations colorimétriques qu'un pixel. Le pixel transmet trois couleurs qui produisent à une certaine distance une seule couleur uniforme alors que le voxel possède une très grande combinaison de couleurs. En fonction de l'endroit où est tranché le voxel, les combinaisons de couleurs sont différentes, mais sont toujours liées entre elles. C'est le principe utilisé pour les IRM.

Comme le texel, le voxel n'a pas la taille d'un pixel, il peut-être plus grand ou plus petit que lui. Le voxel ne possède aucune caractéristique physique comparable au pixel, qui existe dans l'écran. Dans les rendus vidéo de cartes de jeu, les texels sont appliqués sur des voxels, notamment pour les arbres où ils sont très efficaces. Le voxel a la caractéristique de gérer des dégradés de couleurs proches en trois dimensions. Le texel donne la texture au voxel qui la modifie et la transforme en fonction des parties « tranchées », et les pixels les affiche à l'écran.

Les projets d'architecture analysés ci-après présentent une ambiguïté entre le voxel et le pixel. Le pixel est utilisé à travers son langage sémantique, voire idéologique (réf. partie B : *L'utilisation du pixel pour ses connotations*), mais dans les projets suivants, et à partir de la définition scientifique du voxel, c'est parfois plus ce dernier qui devrait être présenté comme source de conception et non le pixel.



Catherina Tiazzoldi : Conception paramétrique

Dans le travail de Catherina Tiazzoldi, il existe une récurrence esthétique et grammaticale au travers de ses projets. La conception paramétrique est l'un des outils le plus utilisés. Sur les dix-sept projets de son portfolio, six ont des liens formels très forts qui s'apparentent à ceux de pixels 3D : des voxels.



PARAMETRIC BOOKSHELVES



SOCIAL CAVE



ILLY SHOP



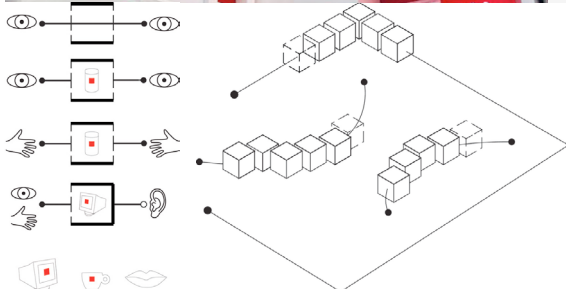
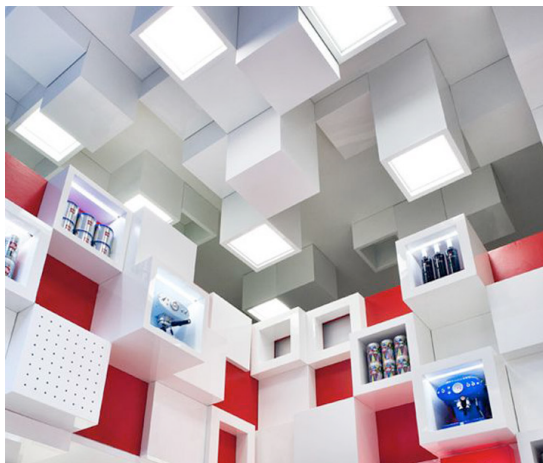
TOOLBOX



LONG ISLAND CITY

■ ■ Extrait du portfolio de Catherina Tiazzoldi

Le projet d'architecture intérieure de la boutique *Illy Shop* est un exemple du parallèle entre conception paramétrique et voxel. Chaque rangement, c'est-à-dire chaque cube, répond à des critères précis : des relations visuelles avec le consommateur potentiel, des relations tactiles et auditives. À travers une programmation qui met en lien les contraintes de chaque boîte et leur organisation les unes par rapport aux autres, Catherina Tiazzoldi crée cet espace. La relation ambiguë avec les pixels intervient dans la description de ce projet, mais également à travers certaines similitudes formelles.



■ ■ *Illy shop, Turin, Catherina Tiazzoldi, 2011*

La description du *Illy shop* par Catherina Tiazzoldi entre dans la catégorie de discours décrit dans la partie précédente. En effet, on retrouve dans la description le champ lexical du pixel. La particularité de ce texte est qu'il ne mentionne pas le mot pixel. Ci-dessous la liste des mots trouvés dans la description du *Illy shop* classés par catégorie :

Agencement : reconfigurable

Ambiance : transparence, opacité

Relation : un seul élément, combinatoire, configuration, s'adapter

Espace : extérieur, intérieur

Dimension & Quantité : 45x45cm, 200 cubes

Si l'on reprend les catégories de vocabulaire liées au champ lexical du pixel on retrouve des mots qui sont présents dans chaque catégorie.

La seconde ambiguïté relevée dans ce projet est donc la similitude formelle avec un système de pixels. Cette similitude est d'abord d'ordre connotative ; en effet, la représentation culturelle du pixel peut être un carré en 2D mais également un cube, c'est-à-dire un voxel. La relation entre les rangements cubiques est également une forme de ressemblance. En effet, dans un écran chaque pixel entretient une relation avec ces voisins, c'est ce qui lui permet de faire système, dans le projet du *Illy Shop*, il en est de même. Chaque rangement s'agence avec celui d'à côté. Cette hiérarchisation est contrôlée par la conception paramétrique.

Donc, ce qui me permet d'affirmer que ce projet mime les pixels c'est la particularité qu'il a d'emprunter un nombre important de caractéristiques telles que le champ lexical, la connotation numérique, ou la composition en matrice.

Ron Arad, pour un exemple synthétique

Le projet *Do Lo Res* de Ron Arad combine plusieurs caractéristiques présentées dans l'approche du pixel par la ressemblance. Donc, en quoi ce projet ressemble au pixel ?

À première vue c'est la forme carrée qui est l'analogie du pixel, mais également la forme cubique qui fait référence au pixel issu de l'image populaire, même si c'est plus le voxel qui devrait être cité encore une fois. Ensuite on peut observer les couleurs ; comme le pixel, chaque carré/cube est monochrome et l'ensemble s'apparente aux caractéristiques colorimétriques du voxel. Ron Arad décrit également son projet par le dénombrement. Il précise d'abord la dimension des carrés et des cubes, puis le nombre de chaque élément constitutif des différents modèles qu'il propose. La notion de modularité, de composition et d'échelle est également présente dans ce projet. Ces caractéristiques du pixel seront détaillées dans la partie C : *Fonctionnement, le pixel comme action*. Enfin le rapport de son travail au numérique, revendiqué comme un partis-pris de design fort est mis en abîme par le jeu de mots *Do Lo Res* ; fusion entre le prénom « Dolores » et « low resolution » qui veut dire basse résolution en anglais.



■ ■ *Do Lo Res, Ron Arad, 2008*

4. Les formes du pixel (synthèse)

La ressemblance entre les projets d'architecture et les différentes formes de pixel dans les projets précédemment présentés distinguent trois grandes catégories de forme. J'ai présenté les potentiels de la forme grammaticale du pixel comme un avantage pour décrire des projets d'architecture, ensuite la forme culturelle présentée comme l'élément représentatif de l'univers numérique, et enfin les formes géométriques du pixel qui sont plus complexes qu'un simple carrée.

La forme grammaticale

La description de projet d'architecture est un jeu complexe que les architectes utilisent pour expliquer la sémantique de leur projet, parfois peu lisible au premier regard. Ces descriptions de projet interviennent lorsque l'architecte décrit l'espace, l'ambiance, les dimensions, les agencements du programme et les qualités sociales. L'emploi du pixel dans les discours analysés met en évidence une redondance linguistique. En effet un champ lexical se retrouve dans l'ensemble des discours et concerne les mêmes sujets que ceux de l'architecture. Ce vocabulaire spécifique permet de décrire des qualités de lumière, d'espace et même de temps.

Un autre potentiel du pixel pour l'architecture est dû à sa caractéristique d'élément matriciel. Dans les discours, on retrouve la présence du dénombrement. Les architectes précisent la dimension des éléments, la trame de la matrice, les ensembles de pixels qui créent des espaces et même des définitions de lieu en référence à la définition d'un écran.

Le potentiel du pixel comme forme grammaticale est donc de deux ordres ; d'un côté sa capacité à aider les architectes à décrire les qualités de leur projet, et de l'autre sa capacité à ordonnancer, à l'image d'une grille qui trame l'espace du bâtiment.

La forme culturelle

L'hypothèse d'une génération pixel permet de faire résonner la place du pixel dans la société actuelle. Au delà de l'architecture, le pixel est une icône du numérique qui représente plus largement l'innovation. Rendu un élément générationnel par la culture du jeu vidéo et le mouvement du Pixel Art, il a gardé aujourd'hui cette double image : d'un côté un objet représentatif de la génération du jeu vidéo dans ses débuts et aujourd'hui l'élément le plus symbolique du numérique, comme une marque de respect du développement informatique à son origine.

Le potentiel que les architectes ont exploité dans cette facette du pixel c'est l'avantage sémantique qu'ils pouvaient utiliser pour leurs projets. À la question « Comment représenter le numérique en architecture ? », les projets présentés ont répondu par l'utilisation du pixel comme icône.

Les formes géométriques

Le carré et la grille sont les éléments majeurs du pixel suivant sa définition. Mais d'un point de vue moins scientifique, le pixel peut également être perçu comme un cube par le sens commun. C'est pourtant le voxel qui est un cube par définition. Néanmoins pour les architectes la différence n'existe pas car ils considèrent le pixel comme une forme qui peut être carrée ou cubique. La qualité formelle d'un cube face à des questions d'espace a permis aux architectes de développer de nouvelles approches pour l'architecture, notamment avec l'utilisation de la programmation paramétrique. À travers une composition de *volume element*, les espaces se complexifient et les textures deviennent matricielles.

Le pixel passif est donc à la fois une forme grammaticale et culturelle, mais également des formes géométriques. Ces formes conditionnent des transpositions mimétiques et analogiques. En complément le pixel actif donne accès à différents potentiels de conception que les architectes ont su exploiter à travers différents processus de transposition.

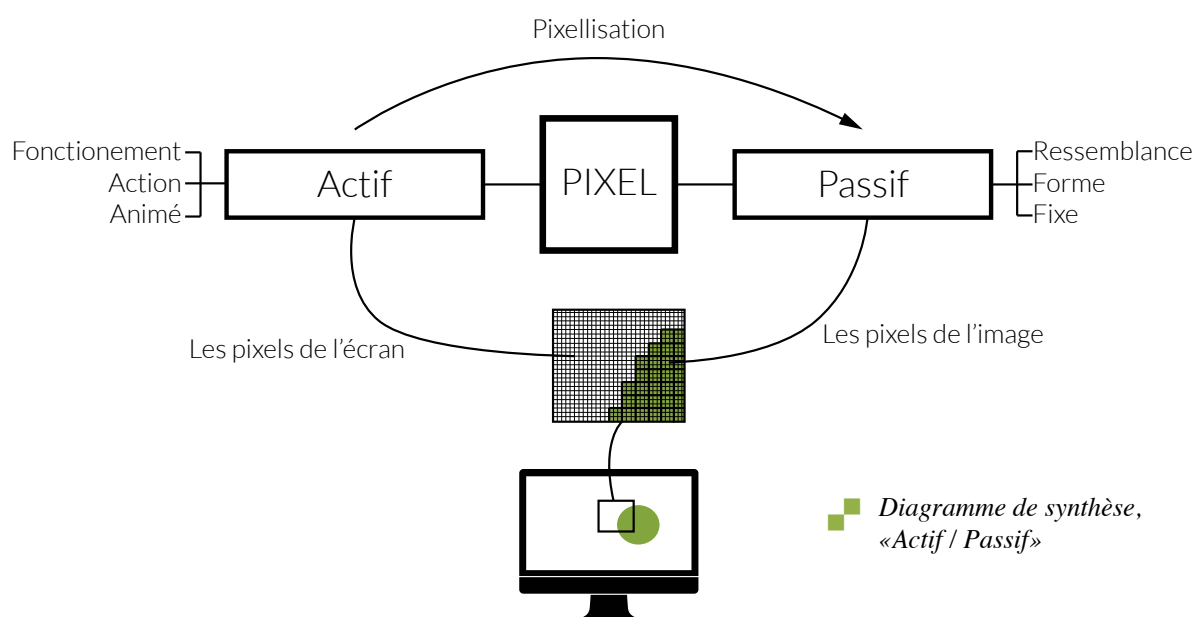


Fonctionnement, le pixel comme action

1.	Pixel + Zoom	51
	Nombre de pixels et représentation	51
	le choix de représenter	53
	Wooden Miror : Quelle taille de pixel ?	
	Méthode scientifique	
	Méthode empirique	
	Kunstmuseum : un schéma de construction similaire ?	
	Le choix d'imager	60
	Imager le reflet du soleil	
	Le choix de l'abstraction	62
	Frog Queen, Splitterwerk : Le sens de l'abstraction	
	Automates cellulaires	
	Obligation de choisir (synthèse)	65
2.	Pixellisation (unifier, simplifier)	66
	Procédé de pixellisation et enjeux	67
	Pixellisation binaire	
	Pixellisation chromatique	
	Pourquoi construire avec des pixels ?	74
	Expérience personnelle	
	Musée Espacio del Artes	
	Pixelliser pour simplifier, unifier et rendre flou	78
	Système pixelisant : Les Gares CEVA de Jean Nouvel	
3.	Pixel + Animation	80
	La lumière, son apparence	80
	La connexion entre chaque pixel	82
	56 Leonard Street : Du contexte au pixel	
	Les pixels non transposés à l'architecture : Architecture d'écran ?	84
	La tour Agbar	
	Le FRAC Orléans	
4.	Les actions du pixel (synthèse)	86
	L'action du zoom	86
	L'action de la pixellisation	87
	L'action de l'animation	87

Dans la première partie, le *pixel passif* a été présenté comme élément de conception par rapport à sa forme et sa sémantique. Dans cette partie je m'intéresserai au fonctionnement du pixel pour comprendre une deuxième facette de son utilisation dans la conception de projet d'architecture.

Le *pixel actif* comme élément pris individuellement ne peut s'appliquer à l'architecture, il doit être transformé. Pour ce faire les architectes ont recours à plusieurs actions, qui en plus de rendre le pixel utilisable pour l'architecture, créent de nouvelles problématiques qui nourrissent leur projet. Je développerai l'action du zoom, de la pixellisation et de l'animation. Puis dans une seconde partie le pixel sera repris à son origine matérielle, c'est-à-dire comme élément de l'écran pour développer une nouvelle hypothèse quant au potentiel du pixel pour l'architecture. De la façade à l'écran, du pixel à la fenêtre, les références présenteront des projets de façades numériques, réalisées avec des écrans et donc des pixels. Ce passage par l'analyse de façade de *pixel actif* sera l'occasion de questionner la perméabilité de ces systèmes et notamment l'interface entre l'espace extérieur et intérieur d'un bâtiment, mais également l'interface Homme-Machine créé par la présence des façades-écrans.



1. Pixel + Zoom

Le zoom fait partie des actions qui sont devenues courantes avec le développement du numérique. Zoomer sur un dessin ou une photo à travers l'écran, à l'aide du scroll de la souris est courant depuis les années 90. Cette action (le zoom) est également un outil pour travailler le pixel en architecture.

En effet, plusieurs liens existent entre l'architecture et le pixel, notamment des notions comme l'interface et les relations entre deux objets. Mais une des relations qui les oppose et qui n'est pas négligeable est leur taille. Un pixel d'écran grand public mesure entre 0,4 et 0,6 mm de côté, c'est une échelle radicalement différente de celle de l'architecture. Alors, pour que les pixels servent l'architecture, les concepteurs leur ont imposé une transformation homothétique, ils les ont grossi. Chaque architecte a décidé de quelle sera la taille de ses pixels suivant les critères de leurs projets. Quel sera le facteur d'échelle ? Auront-ils tous la même taille ? Seront-ils des millions comme sur un écran ou alors cent huit pixels suffiront à composer une image ?

Toutes ces questions sont des choix conceptuels que prennent les architectes qui travaillent avec les pixels. Cette partie présente différentes approches du pixel à travers cette contrainte technique qui est le zoom.

Nombre de pixels et représentation

Le ratio entre le nombre de pixels et la taille de surface de représentation donne la définition de l'image. La définition de l'image est à mettre en relation avec la distance de l'observateur car c'est alors que la taille des pixels peut être définie.

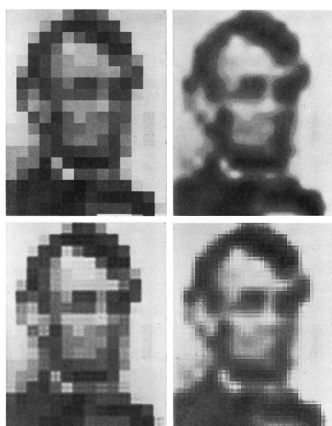
Je vais calculer la définition d'un écran géant LED, typiquement utilisé lors de concerts. L'écran est vu à une très grande distance, souvent avec un minimum de 20 mètres. Dans ce type d'affichage la définition est donnée par l'espacement entre les LEDs appelés « pitch ». Le fabricant Outdoor Média (constructeur d'écrans géants), propose pour ce type d'écran un pitch qui varie entre 8 et 10 mm, pour une surface de 8m² maximum.

Pour un écran de 2x1,2m, la définition de cet écran sera, pour un pitch de 10mm, de 2000x1200px LED. En comparaison, un écran classique d'ordinateur de 55x33cm aura une résolution de 1920x1080px avec une taille de pixel de 0,28mm. Les deux écrans sont presque similaires dans leur définition, car le ratio taille de l'écran - pitch - distance d'observation est proportionnel.

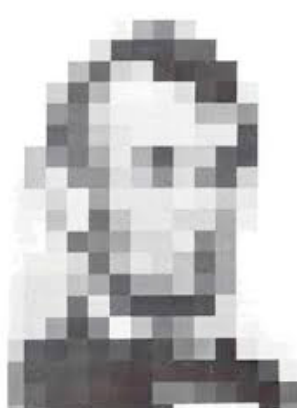
Dans ces deux typologies d'écran on retrouve une proportion fixe qui est calculé à partir de la formule de l'acuité visuelle. Car pour l'utilisateur, la représentation de l'image sera de la même qualité sur les deux écrans. Dans ce cas très simple, c'est bien la distance qui définit la taille des pixels. À partir de cette observation, deux questions peuvent être soulevées. D'une part quelle est la taille conventionnel d'un pixel pour une architecture ? Et d'autre part, quel est le nombre minimum de pixels à utiliser pour pouvoir représenter une image ?

« *La taille du pixel n'est significative que par rapport à la taille de l'image et à la distance de visionnement* »

_ James G. Ravin, Peter M. Odell (2008). Arch Ophthal, vol 126, n8, *Pixels and painting*. American Medical Association



■ Expérimentation présent dans l'article Harmon et Julesz, 1973



■ Couverture de la Revue Science, Portait d'Abraham Lincoln (peinture), Close, 1973



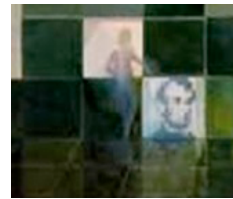
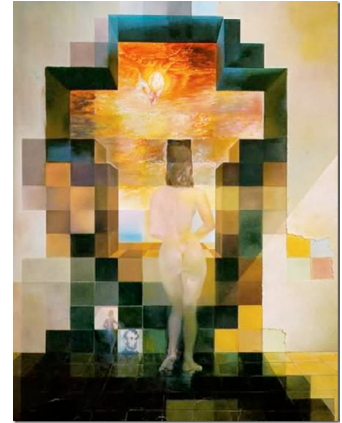
■ Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975

Une première réponse est donnée dans un article de James G. Ravin, Peter M. Odell (2008). Arch Ophthal, vol 126, n8, *Pixels and painting*. American Medical Association. Dans cet article il pose la question de la perception des pixels et de la capacité à les représenter à travers la présentation de l'artiste Close.

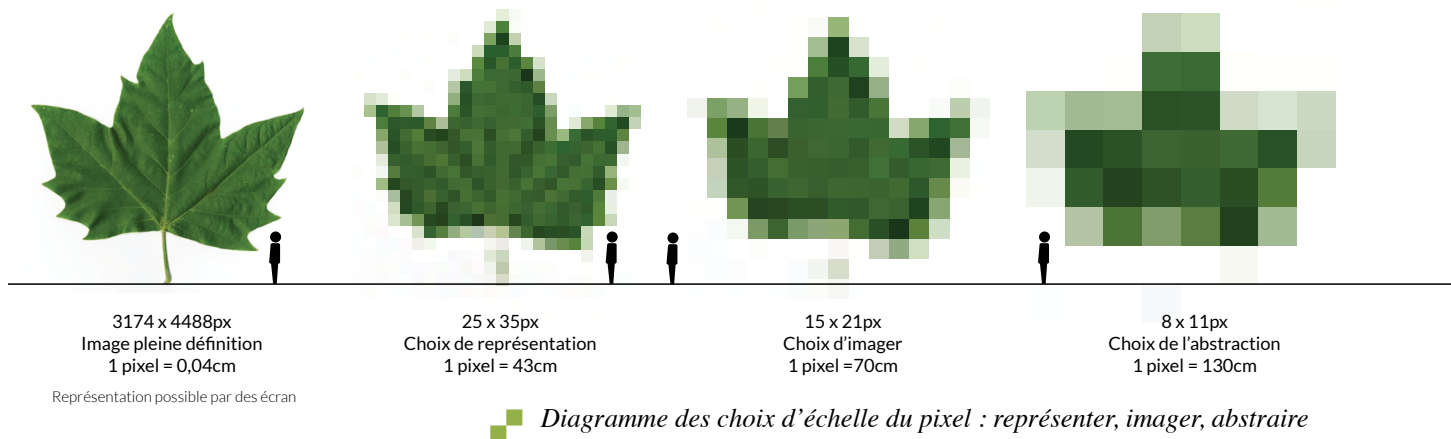
L'artiste Close peint une toile composée de 216 carrés gris qui représente Abraham Lincoln. Cette œuvre fait la couverture d'un article de Harmon et Julesz intitulé «Masking in visual recognition: effects of two-dimensional filtered noise.» Cet article scientifique tend à trouver le nombre minimum de pixels qu'il faut pour créer un portrait reconnaissable. Il démontre que seuls 108 pixels aurait suffi à Close pour représenter le portrait d'Abraham Lincoln.

Le tableau de Dalí associe deux échelles. La première est celle des gros pixel que l'on comprend à une distance minimum de 18m. La seconde échelle est celle du pixel, à l'image d'un procédé fractal, ou d'un processus de texel (voir parti B : *le Texel*), Dalí peint sa référence du portrait pixelisé de Lincoln dans un des pixel.

Ces démarches démontrent l'importance du choix de la taille des pixels et ce qu'ils portent comme message. Je vous présenterai dans la suite de cette partie sur le zoom trois choix différents que les architectes ont fait sur l'utilisation du pixel dans leur projet.



■ *Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975*



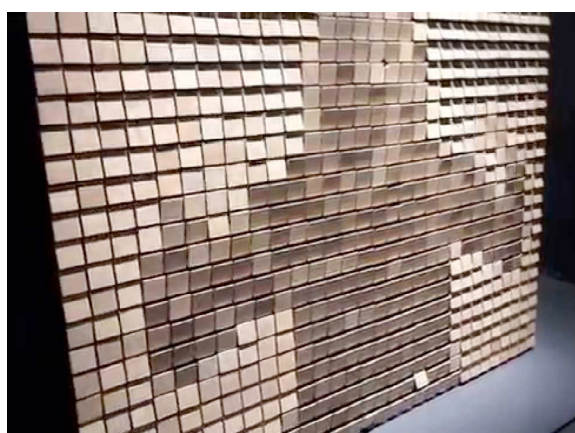
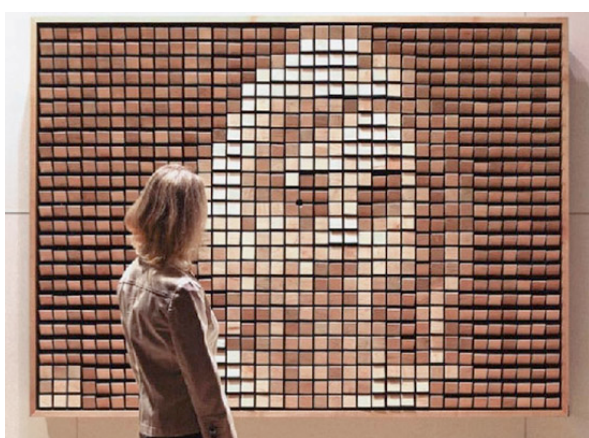
le choix de représenter

Représenter c'est « rendre effectivement présent à la vue, à l'esprit de quelqu'un¹ ». Les pixels forment des systèmes de représentation. Par leurs tailles et leurs proximités, ils ont la caractéristique de dépeindre.

¹ Définition de *représenter*, extrait du TLFI, CNRTL.fr

Wooden Mirror : Quelle taille de pixel ?

Wooden Mirror est une oeuvre de Daniel Rozin créée en 1999, elle fait partie d'une série de plusieurs « miroirs ». Les tailles des pixels varient en fonction de la taille de ses œuvres. Daniel Rozin est un artiste de l'art numérique, il est également développeur et enseignant. Son travail se caractérise par l'interactivité entre ses réalisations et les spectateurs, ce sont eux qui sont le sujet de ses œuvres. Il intègre souvent des ordinateurs dans son travail, mais ils ne sont que rarement visibles. En complément de son activité de d'artiste praticien, il est professeur au ITP, Tisch School of the Arts, NYU où il enseigne un cours dénommé « The world-pixel by pixel ».



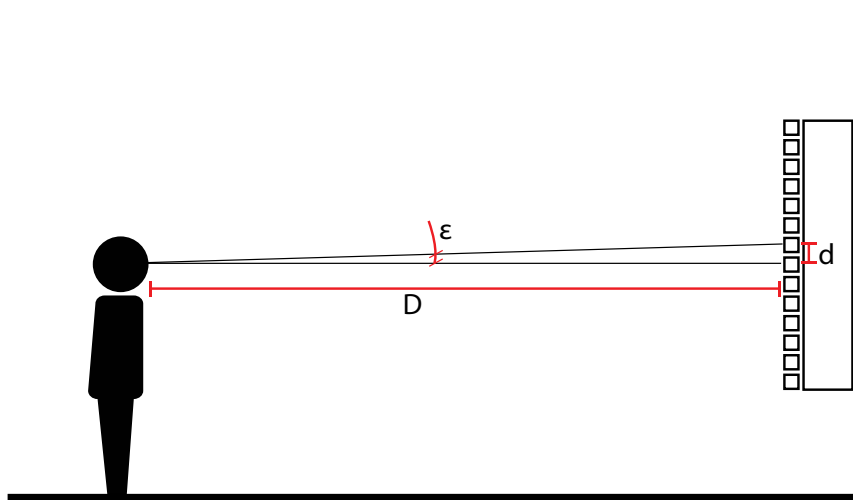
■ ■ *Wooden Mirror, bitforms gallery, Daniel Rozin, 1999*

Wooden Mirror est composée de petits carrés de bois tous de la même teinte qui ont la possibilité de pivoter individuellement sur un axe. En fonction de leur angle, les pixels de bois s'assombrissent ou s'illuminent. Les différentes teintes créées sont à l'origine du système de représentation. L'enjeu de cette œuvre est de mimer le spectateur, comme un miroir. Elle représente l'observateur en temps réel.

Dans cette œuvre, les caractéristiques du pixel qui sont exploitées dans l'objectif de représenter concernent avant tout la dimension et la distance de l'observateur. Il ne s'agit pas d'une œuvre que l'on regarde à plus de trois mètres, car pour activer le mécanisme il faut être à moins d'un mètre de l'œuvre et face à elle. À partir de cette contrainte, Daniel Rozin a pu déterminer la taille des pièces de bois qu'il utilise pour que l'effet miroir soit effectif. Il a trouvé un équilibre entre des pièces de bois trop petites qui complexifieraient la machinerie de son œuvre et des pièces de bois trop grandes qui ne permettraient pas à l'observateur de se reconnaître.

Dans l'expérimentation suivante, l'enjeu est de vérifier si l'œuvre de Daniel Rozin peut être vérifiée par le calcul, grâce à la formule de l'acuité visuelle. Je pourrais ainsi savoir si la taille des pièces est due à une recherche empirique ou si elle est le fruit d'un raisonnement scientifique. Le second objectif de cette expérimentation est de comprendre quel processus l'artiste a mené pour transposer des pixels dans son œuvre.

Méthode scientifique



■ Schéma formule acuité visuelle : exemple *Wooden Mirror*

Le pouvoir séparateur de l'œil est de 3.3×10^{-4} rad (ϵ)

La Formule de l'acuité visuelle est la suivante : $\epsilon = d/D$

Pour l'exemple de *Wooden Mirror*, on sait que la distance maximale est de 1m et que « d » sera la distance entre les centres des pixels de bois.

$$3.3 \times 10^{-4} = d/1$$

$$d = (3.3 \times 10^{-4}) \times 1$$

$$d = 0,3\text{mm}$$

0,3mm, c'est la distance minimale à partir de laquelle l'œil humain arrive à discerner deux points juxtaposés sans qu'ils se confondent. Cette valeur correspond aux ordres de grandeur courants d'écran de télévision faits avec des pixels de taille classique.

Ce raisonnement ne correspond pas à l'objectif que cherche l'artiste. En effet, même si la taille minimum d'un pixel discernable est de 0,3mm, s'il est plus petit l'œuvre pourra toujours faire l'effet miroir. Il sera encore de meilleure qualité, mais l'œil humain à cette distance ne pourra pas faire la différence. Ce calcul s'applique plutôt à des écrans géants pour une question d'économie. En effet si un écran est placé à plus de 100m, la taille des pixels peut être augmentée et leur nombre réduit en conséquence.

Or, dans l'exemple de *Wooden Mirror*, c'est la formule inverse qui serait plus adaptée. Une formule qui permettrait de dire : si les pixels dépassent une certaine taille alors l'œuvre ne sera plus lisible à cette distance. Mais cette formule n'existe pas, car il faudrait être capable de chiffrer la reconnaissance avec une formule qui ressemblerait à cette hypothèse :

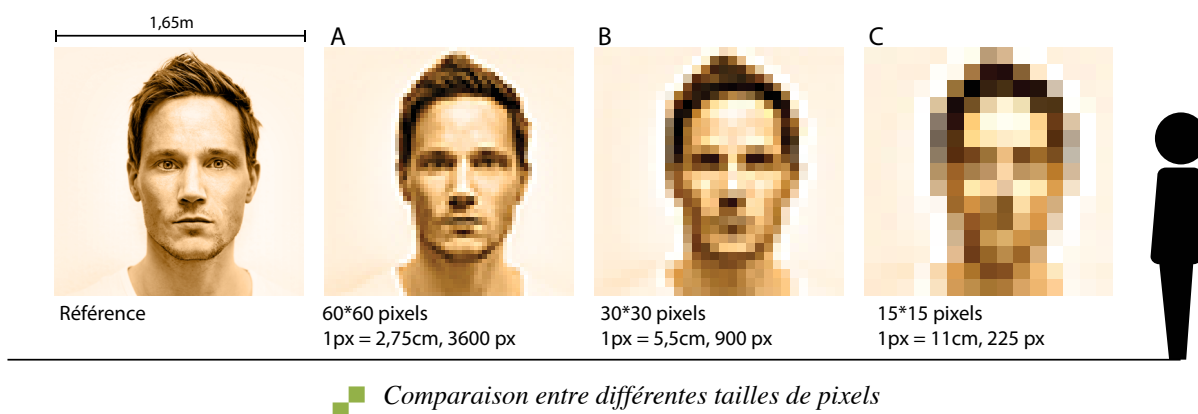
Reconnaissance* = distance entre deux pixels / distance entre l'œil et les pixels

*Car un système de pixel représente quelque chose uniquement si on peut reconnaître le référent.

Si la formule de l'acuité visuelle n'est pas le processus qu'a effectué Daniel Rozin, alors comment a-t-il choisi la taille de ses petits éléments de bois ? La méthode scientifique ne concluant pas à une hypothèse tangible, c'est donc une méthode empirique qui a dû être menée.

Méthode empirique

L'objectif est donc de comparer simplement plusieurs tailles pour déterminer quelle serait la plus adaptée à l'enjeu de l'œuvre. Il faut prendre en compte trois contraintes; la reconnaissance du sujet, la taille des pièces de bois doit être constructible, et enfin le format de l'œuvre doit être de dimension raisonnable.



Proposition A : la représentation est correcte car on arrive à reconnaître la référence, en revanche, pour réaliser cette œuvre il faudrait des pièces de bois de 2,75cm de côté. Ces pièces sont réalisables, mais le mécanisme de rotation doit être particulièrement complexe, il doit être de petite taille et en quantité trop importante.

Proposition B : la représentation est encore satisfaisante. Les pièces de bois sont de taille plus raisonnable pour leur fabrication et leur fonctionnement. Dans cette proposition il y aurait 900 pièces de bois.

Proposition C : la taille des pièces de bois ne permet pas de reconnaître la référence. L'objectif du miroir n'est pas respecté.

Les propositions A et B sont satisfaisantes pour que l'œuvre soit un miroir de bois. La proposition B est celle correspondant à une des *Wooden Mirror* de Daniel Rozin. Je suppose qu'une autre contrainte est venue appuyer le choix de la taille des éléments de bois, c'est la contrainte budgétaire et technique. Il paraît évident que la proposition A est plus chère à réaliser que la proposition B.

C'est donc par une méthode empirique que Daniel Rozin a déterminé la taille de ses pixels. Dans un premier temps il a choisi quel sera le sens de son œuvre : faire miroir, donc représenter un visage. Puis il a choisi la technique avec laquelle il voulait représenter ce visage : des pièces de bois roulées. Enfin il a déterminé la taille de ses pièces en fonction de ses compétences techniques et de son budget. Le schéma suivant s'applique pour le processus de conception des œuvres :

TAILLE de l'œuvre => SENS => MATÉRIAUX => CONSTRUCTION /
COÛT => TAILLE des pixels

Kunstmuseum : un schéma de construction similaire ?

L'extension du *Kunstmuseum* à Basel en Suisse a été réalisée par Christ & Gantenbein en 2016. Cette extension est conçue comme un monolithe ponctué d'une bannière d'une hauteur de 3m et d'une longueur de 115m. C'est l'idée d'une enseigne lumineuse. Il s'agit de briques à l'arrête inférieure concave qui sont éclairées individuellement en contre-plongée par une barrette de LED de 6 000°K. La température de couleur correspond à celle des rayons lumineux naturels, car l'arrête particulière des briques provoquent sur la façade une ombre. Les LED allumés effacent cette ombre. Des capteurs sur le toit permettent de faire varier la puissance des LED qui permet de garder la même intensité des ombres sur la façade. Par la programmation de ces LED, le bandeau peut s'animer à l'effigie d'une bannière commerciale. Le projet a reçu le « Média architecture Awards 2016 » à la Biennale de Venise.

« Chaque brique devient comme le pixel d'un écran géant »

_ Extrait de la description du projet par Christ & Gantenbein

Les architectes commencent par expliquer leurs choix sémantiques dans la description¹ de leur projet. Ils veulent que ce monolithe soit animé par une bannière lumineuse, comparable dans les proportions à la frise d'un temple. En plus de la forme qui donne la première contrainte, cette animation a pour objectif d'afficher principalement du texte. Celui-ci devra donc être lisible et de bonne définition. Après la prise en compte de ces deux données majeures, le choix de la construction en brique s'est avéré être une réponse technique à l'enjeu cité précédemment. Si la taille de la brique est fixe, alors comment les

¹ Sophie Trelcat (2016). D'A Architecture, n°246. *Un écran animé en brique*. p94-95



■ *Kunstmuseum, Bâle, Suisse, Christ et Gantenbein, 2016*

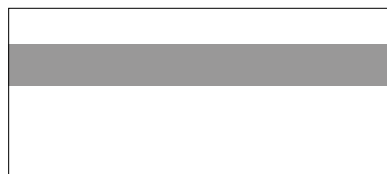
architectes ont déterminé les dimensions de leur bannière pour répondre dans un premier temps à l'objectif sémantique (la frise d'un temple) et dans un second temps à l'objectif de représentation ?



1 : 401x4211

KUNSTMUSEUM

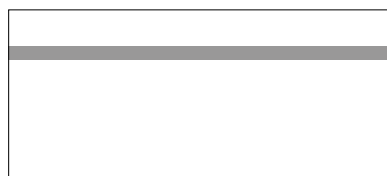
A : H 401 - L 4211 : Résolution identique à celle d'un écran



2 : 40x420

KUNSTMUSEUM

B : H 40 - L 420 : Résolution correspondant aux briques du musée



3 : 15x158

KUNSTMUSEUM

C : H 15 - L 158 : Résolution économique = crénelage



Expérimentation de la définition du bandeau du Kunstmuseum

Proposition A : la résolution du texte est optimum, mais la bannière ne correspond pas aux proportions d'une frise classique d'un temple.

Proposition B : la résolution est convenable, car la bannière est vue à une distance importante. La hauteur de celle-ci correspond aux proportions d'une frise de temple.

Proposition 3 : malgré le caractère crénelé du texte il est toujours lisible donc correspond aux contraintes d'affichage d'un texte, mais la proportion de la frise n'est pas respectée.

Le choix des architectes n'a pas été l'économie de barrettes de LED. Autrement la proposition C aurait été retenue, car sa taille est suffisante pour afficher du texte. C'est donc le choix sémantique qui a prévalu sur le reste.

En comparaison à Woodem Miror, les architectes ont d'abord choisi le sens, puis ensuite le matériau qui a déterminé la taille des pixels, et c'est l'association de ces deux contraintes qui a donné la taille de l'écran.

SENS => MATÉRIAUX / TAILLE des pixels => TAILLE de l'écran.

Dans ces deux exemples, le choix des concepteurs est la représentation. Les dimensions des éléments constructifs ou la surface de représentation est donc une contrainte majeure pour respecter leur objectif. Dans les exemples suivants, les concepteurs n'ont pas fait le choix de la représentation ; ils ont choisi d'imager, de créer une densité de pixels suffisante pour faire penser à l'image source.

Le choix d'imager

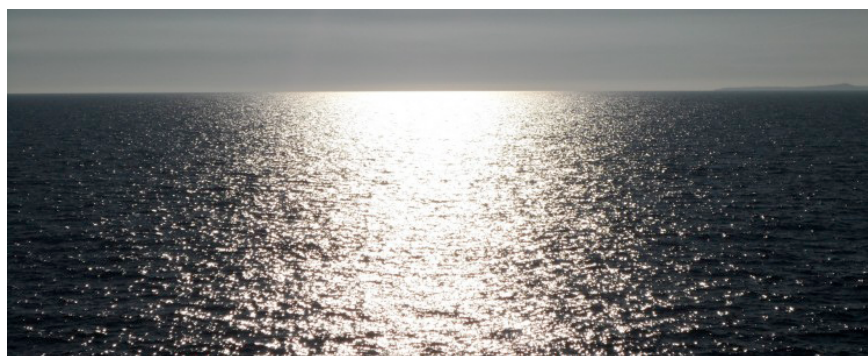
J'entends par le mot « imager », donner une image à l'esprit. Pour imager certains éléments, il ne s'agit pas d'en donner la représentation, mais bien d'en donner des caractéristiques suffisantes pour que le spectateur puisse se représenter cette image dans son esprit. Par exemple, imager un arbre ne serait pas de le représenter par une photo, mais d'en donner certaines caractéristiques suffisantes pour que le spectateur ait l'image d'un arbre dans son esprit. Le fait d'imager quelque chose se place entre le fait de le représenter et d'en faire l'abstraction.

Imager le reflet du soleil

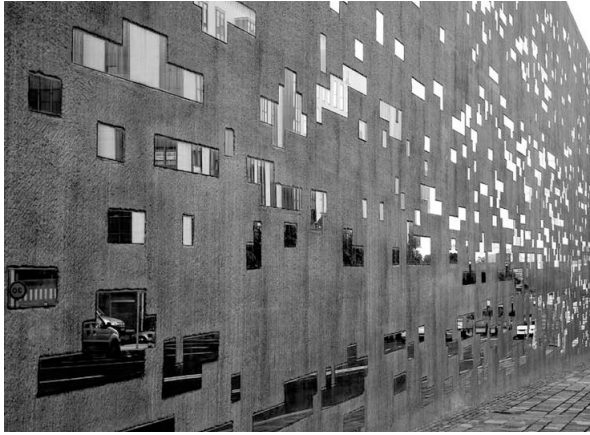
Le musée de *Espacio de las Artes* a été construit en 2009 sur l'île de Tenerife par Herzog et De Meuron. L'île de Tenerife est une île appartenant à l'Espagne, elle se situe à l'ouest du Maroc. Le projet de musée relie symboliquement l'ancienne ville à la nouvelle par la culture.

Si ce sont certaines caractéristiques qui permettent d'imager une scène, quelles sont-elles dans ce projet et quelle est la place du pixel par rapport à celles-ci ?

Le soleil se reflète sur la mer avec un certain angle qui crée une sensation d'éblouissement. Lors de l'observation d'un tel reflet avec l'intensité du soleil, les yeux se protègent naturellement pour ne pas s'abîmer et des petits points blancs scintillants apparaissent sur une surface noire en mouvement. Cette caractéristique bicolore a été reprise par les architectes pour imager cet effet sur la façade. Les petites fenêtres sont effectivement disposées dans un béton sombre. La nuit ces fenêtres s'illuminent, renforçant l'aspect scintillant. Pour arriver à cet effet les architectes sont passés par un processus de pixellisation d'une image d'un reflet sur l'eau. (voir partie C : *Pixellisation (unifier, simplifier)*).



■ ■ Reflets du soleil sur la mer



■ Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis

Extrait de description du projet :

*« Les quelque 1 200 vitres de 720 tailles différentes
se veulent un agrandissement des pixels d'une image
numérique représentant les reflets du soleil sur la
mer des Canaries »*

_ Description de Herzog et De Meuron

L'image numérique représente ce reflet. Cependant par le processus de pixel-
lisation, la façade ne représente plus un reflet sur la mer des Caraïbe, mais elle
image juste un reflet sur la mer. L'action de pixellisation diminue le nombre
d'informations présentes dans une image, dans l'objectif de la simplifier, de
réduire sa taille. Dans cet exemple, la pixellisation de l'image numérique fait
également perdre du sens à celle-ci sur le bâtiment. La façade ne représente
plus, elle image.

La place de la pixellisation dans ce projet naît des contraintes
constructives : comment faire d'un mur un système de représentation ? Dans
cet exemple ce sont les contraintes techniques des percements qui dimen-
sionnent les pixels. La dimension minimum des pixels est due aux contraintes
de construction : la taille des éléments de verre et de menuiserie, ainsi que
la taille des mannequins lors du coffrage du béton. (voir partie C : *Pourquoi
construire avec des pixels ?*)

Herzog et de Meuron ont pu imaginer les reflets de la mer grâce à la taille du mur
qui permettait cette définition de l'image. Si le mur avait été trop petit alors les
petites fenêtres n'auraient rien imagé, elles n'auraient été qu'une composition
abstraite.

Le choix de l'abstraction

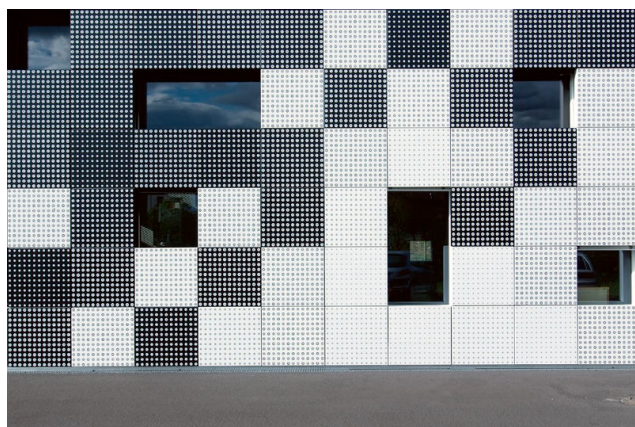
Je définit l'abstraction selon certains critères. Pour que les pixels représentent une forme abstraite, il ne doivent pas dépeindre quelque chose, que la composition de pixel soit vue à 1m ou à 100. Je considère donc que cette composition est abstraite. Dans ce cas les pixels seront de grande taille par rapport à l'échelle humaine comme dans le diagramme *des choix d'échelles du pixel*, partie C : *Nombre de pixel et représentation*. Soit ils peuvent être de plus petite taille mais ne doivent pas représenter une entité reconnaissable pour que la matrice soit caractérisée d'abstraite.

Quand l'abstraction devient l'image créée par les pixels, alors différents enjeux entrent dans la conception, et ce peu importe la taille des pixels. Des notions de composition entrent dans les outils de l'architecte. S'agit-il d'une grille pleine ? Y a-t-il des pixels éteints, manquants ? Le choix des couleurs vient-il de l'architecte, et suit-il une hiérarchie chromatique ? Est-il déterminé par un algorithme que l'architecte a choisi ?

Frog Queen, Splitterwerk : Le sens de l'abstraction

Comme présenté dans la patie B : *Le texel*, *Frog Queen* est un bâtiment de l'agence Splitterwerk. Dans ce projet je m'intéresse aux façades. Elles sont décrites par Nikolaos Zachariadis, architecte du projet, comme « un motif pixellisé de panneaux carrés¹ ».

Contrairement aux exemples précédents, la présence de pixels n'est pas une solution technique pour permettre une représentation où imager un paysage, mais les pixels sont présents pour eux-même, ils sont utilisés à des fins purement esthétiques.



■ Frog Queen, Graz, Autriche, Splitterwerk, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis

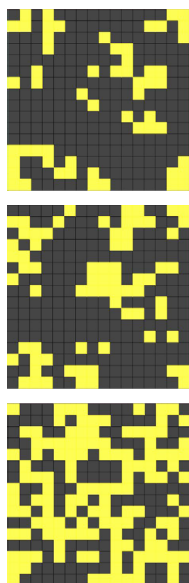
Les architectes ont la volonté de dématérialiser le bâtiment. Avec la pixellisation, ils opèrent symboliquement une numérisation de l'architecture. D'une part l'échelle vient à disparaître, et d'autre part l'objet créé est une forme « non iconographique dans sa forme globale¹ », c'est à dire abstraite. Le choix des couleurs et leur position ne sont donc pas donnés par une source, une image numérique qui serait pixellisée. D'autres moyens de conception entrent ici en jeu.

Les panneaux de façade carrés de 67x71,5cm sont divisés en dix nuances de gris, qui vont du noir au blanc. J'observe dans la composition de ces facettes de gris une certaine cohérence. Il ne s'agit que d'une composition totalement aléatoire qui crée une certaine harmonie sur l'ensemble des façades. La composition semble hiérarchiser les nuances de gris. Au centre les gris foncés sont plus denses, ils se regroupent. Plus on sort de cette ligne sombre, plus les panneaux sont clairs. Les centres des cellules blanches repoussent les panneaux noirs pour créer un automate cellulaire à grande échelle.

Cette composition a pu être faite à partir d'un principe d'automate cellulaire. En effet elle partage des caractéristiques graphiques qui ressemblent à celles obtenues avec cette méthode. Je vais présenter en quoi consistent les automates cellulaires pour comprendre quel processus a été utilisé pour agencer ces pixels gris sur la façade de *Frog Queen*.

¹ Extrait de la description du projet par Nikolaos Zachariadis, architecte du projet

Automates cellulaires



Résultat
d'expérimentation
d'un automate
cellulaire

Un automate cellulaire est un ensemble de cellules qui interagissent les unes par rapport aux autres. L'état de n'importe quelle cellule dépend de sa voisine, qui elle-même dépend de sa voisine. Ce processus permet de créer des formes de cellule à partir de certaines règles. Ces règles engendrent des formes spécifiques. Une règle peut-être par exemple : si une cellule est juxtaposée à deux cellules blanches alors elle sera noire. Ces règles s'appliquant à toutes les cellules et pour un certain nombre de cycles (au choix du programmeur) créent des formes infinies.

Frog Queen a été réalisé à partir d'un automate cellulaire qui a permis de hiérarchiser les nuances de gris et de produire un résultat avec une certaine cohérence. On retrouve également l'application de ce processus dans la façade de Australian Wildlife Health Centre de *Minifie Nixon*.



Tour Agbar, Barcelone, Espagne, Jean Nouvel, 1999-2005

À l'issue de cette expérimentation, j'observe une familiarité entre la disposition des cellules de mon expérimentation et celles des fenêtres de la *tour Agbar*. Cette tour a été réalisée par Jean Nouvel à Barcelone. Sur sa coque en béton, elle a une peau en verre où sont intégrées des LED qui permettent d'afficher des images mouvantes. C'est la coque en béton qui présente des caractéristiques similaires avec le principe de l'automate cellulaire. Il y a 4 400 fenêtres issues de ce découpage.

Obligation de choisir (synthèse)

La taille des pixels est donc un choix de l'architecte, différentes approches ont été présentées. Certains architectes ont choisi de grossir les pixels au minimum pour avoir une représentation la plus fidèle. Car, plus le pixel est de petite dimension, plus sa quantité est importante et plus la définition de la représentation sera précise.

D'autres architectes quant à eux ont décidé d'imager, c'est-à-dire de ne pas utiliser le pixel comme un écran en soi, mais d'affirmer plus fermement son grossissement, quitte à perdre en définition. Cependant cette définition est étroitement liée à l'approche que l'on fait de l'architecture, car la distance d'observation de ces façades pixel permet ou ne permet pas de comprendre ce qu'elles représentent. Le choix de la dimension des pixels est d'autant plus important qu'il est architectural, car la question supposée par ces choix est l'approche du bâtiment. Celui-ci dépend de son implantation et de son contexte ; des questions très architecturales. Si le bâtiment se regarde au coin d'une rue étroite sans avoir de recul, alors les pixels seront plutôt petits pour que l'observateur puisse comprendre ce qu'ils représentent. En revanche, si le bâtiment fait face à une place et qu'une grande distance permet de le regarder alors les pixels seront peut-être plus gros.

Dans une dernière partie, nous avons vu que l'architecte peut aussi choisir l'abstraction, c'est le cas de *Frog Queen* en Autriche. Splitterwerk a choisi de ne pas représenter une image avec les pixels, la composition étant plus importante que la représentation.

L'action d'agrandir un pixel, de le zoomer, est donc une question architecturale, car cette contrainte d'utilisation impose des choix qui déterminent préalablement une direction dans la conception.

2. Pixellisation (unifier, simplifier)

La pixellisation est un algorithme informatique qui permet de simplifier le contenu d'une image. Par exemple deux pixels juxtaposés donneront un pixel qui aura pour caractéristique d'être la moyenne des deux premiers. Moins il y a de pixels visibles à l'œil nu, plus on dira de l'image qu'elle est nette. En revanche, plus l'image est pixellisée, plus les pixels sont grossiers et visible à l'œil nu (référence *Diagramme de synthèse*, « *pixellisation & discrétisation* » - partie A : *regard scientifique : échelle, vocabulaire, fonctionnement*).

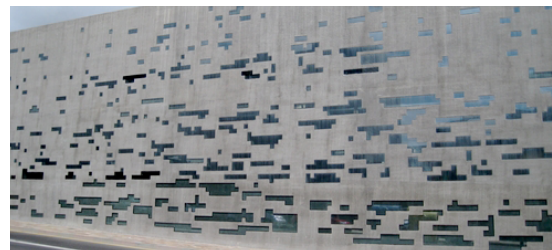
Le phénomène de pixellisation a été un effet de mode, c'est l'image populaire de l'association entre les nouvelles technologies et l'art. Encore aujourd'hui on retrouve ce rapprochement dans certains milieux. La campagne de publicité menée par la ville de Metz en juillet 2017 en est un témoin. La ville de Metz a lancé une campagne de re-popularisation de sa ville auprès des habitants parisiens. Le slogan affiché est « Metz : Art & Tech ». L'image qui appuie le slogan est un cygne pixellisé. C'est plus qu'une simple image pixellisée, car il ne s'agit pas de pixels 2D, mais de voxels. Pourrait-on parler de voxellisation? La voxellisation ne serait-elle pas le prolongement de la pixellisation appliquée à l'espace, voire à l'architecture?

Pour l'architecture, je démontrerais dans cette partie à travers différentes agences et projets d'architecture que le phénomène de pixellisation est lui aussi présent pour afficher la corrélation entre Art/Architecture et Technologie. Nous verrons également si l'hypothèse de la voxellisation peut-être confirmée.

Procédé de pixellisation et enjeux

Le musée de *Espacio de las Artes* a été construit en 2009. L'intérêt du pixel pour cette architecture concerne l'image, ce que communique le bâtiment. Une fois mis à part les problématiques spatiales et fonctionnelles, quel sera l'esthétique du bâtiment ? La pixellisation a été l'outil qu'ont choisi Herzog et De Meuron pour dessiner leur façade. À partir d'une image numérique d'un reflet de soleil sur la mer des Canaries, ils ont développé un algorithme, une méthode pour styliser et extraire certains pixels agrandis de l'image numérique. Le résultat obtenu est une surface percée ou non, ce qui crée un pixel positif, ou un pixel négatif.

La pixellisation n'est pas une recette fixe, c'est-à-dire que pour une même image les résultats peuvent être différents en fonction des paramètres entrés avant le début de la pixellisation. Le logiciel avec lequel on effectue cette pixellisation a aussi un impact sur le résultat obtenu.

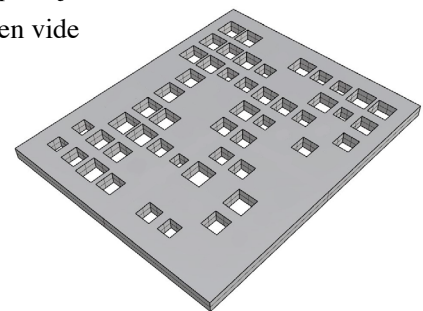
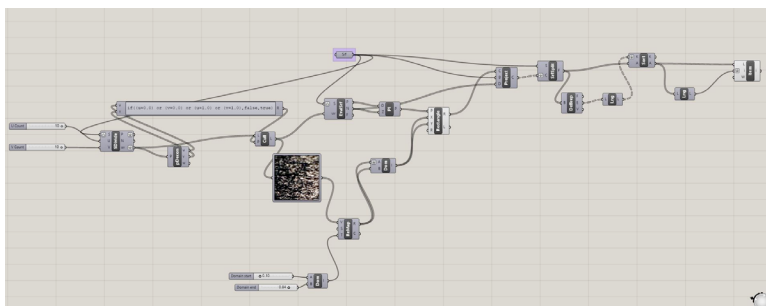


■ *Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis*

Pixellisation binaire

L'enjeu de cette expérimentation est de présenter une hypothèse possible du processus de conception que les architectes ont effectué pour la façade du musée *Espacio del Arte*.

L'image de référence a été pixellisée pour extraire deux types de pixels : des positifs et des négatifs. Cette expérimentation est réalisée à l'aide de Rhinocéros 3D avec l'extension de Grasshopper. L'image de référence est composée de pixels en nuance de gris. Grâce au composant *Image Sampler*, je vais échantillonner une image en X et Y pour extraire des percements en vide ou en plein.



■ *Expérimentation, passage d'une image à une surface percée par un processus d'échantillonnage*

Plusieurs variables entrent en jeu dans cette expérimentation :

- l'image de référence : celle que j'ai choisi n'est pas forcément la même, elle n'a pas forcément la même définition, c'est-à-dire le même nombre de pixels,
- ensuite le logiciel ; j'ai choisi Grasshopper. Même si ce logiciel est paramétrable, certaines composantes pré-paramétrées peuvent entrer en jeu dans l'expérimentation,
- la méthode ; j'ai choisi le composant *Image Sampler*, peut-être que les architectes du musée ont développé un code Python où utilisé une autre méthode,
- l'ajustement ; je suppose qu'une fois le processus de pixellisation terminé ils ont ajusté le dessin pour le rendre constructible soit en supprimant certains vides soit en supprimant certains pleins.

Cette expérimentation a pour objectif de démontrer quelles sont les caractéristiques d'une pixellisation qui peuvent influencer sur le résultat. Malgré de nombreuses possibilités de méthode de pixellisation possible le résultat obtenu partage des caractéristiques formelles avec celles du musée.

Pixelliser une image revient donc à redéfinir ses caractéristiques esthétiques, et sélectionner plus ou moins arbitrairement celles-ci. Je peux décider de travailler les pixels de l'image en différenciant leurs teintes dominantes pour tendre vers une image pixellisée en trois couleurs. Je peux comme dans l'exemple précédent demander à ma pixellisation de transformer les couleurs en noir ou en blanc selon leur niveau, pour obtenir un résultat binaire. Chaque position, par rapport à la pixellisation est unique et orientée. Dans l'exemple suivant, je présente quelle orientation a été choisie pour paramétrer la pixellisation.

Pixellisation chromatique

Contrairement à la méthode de pixellisation présentée dans l'expérimentation précédent, dans cet exemple les architectes ne cherchent pas à dépeindre une image, mais plutôt à en extraire ses caractéristiques chromatiques. En revanche ce que le musée et la maison ont en commun c'est l'utilisation de la pixellisation pour intégrer l'aspect de la façade au contexte. Pour Herzog et De Meuron, la façade représente une image simplifiée par la pixellisation du contexte géographique. Pour Martin Trottin ce n'est pas une image qui a été simplifiée, mais l'ambiance du contexte.

Pour le musée, l'image numérique d'origine est importante voire primordiale, car même sa définition et son format numérique peuvent avoir un impact sur le résultat final. Alors que pour la maison le but recherché n'est pas le même, on veut extraire huit couleurs du jardin, peu importe le point de vue de la photo, le format et même le jardin. Ici l'important c'est l'ambiance de la photo.



■ MR House, Pomponne, France, Emmanuelle Marin Trottin & David Trottin architectes, 2001

« À l'extérieur les panneaux peints de la façade disparaissent comme une pixellisation chromatique du jardin. »

_ Marin Trottin / Périphériques architectes

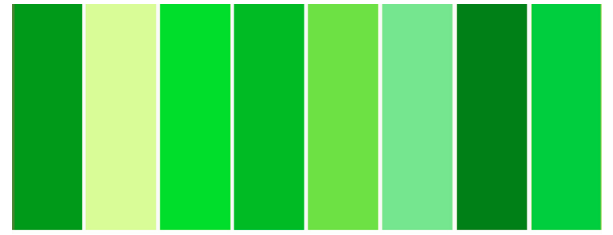
Cet extrait de discours montre sur quelles caractéristiques de leur pixellisation les architectes mettent l'accent. Ils parlent de « pixellisation chromatique », une simple réduction du nombre de couleurs de l'image.

L'emploi du mot pixellisation perd de son sens, car les architectes auraient pu obtenir ce résultat-là avec une vectorisation automatique sur Illustrator, alors que la vectorisation est l'inverse de la pixellisation (référence *Diagramme de synthèse, « pixellisation & discrétisation »* - partie A : *regard scientifique : échelle, vocabulaire, fonctionnement*).

Quels potentiels les architectes ont-ils vu à travers le pixel pour la conception ?

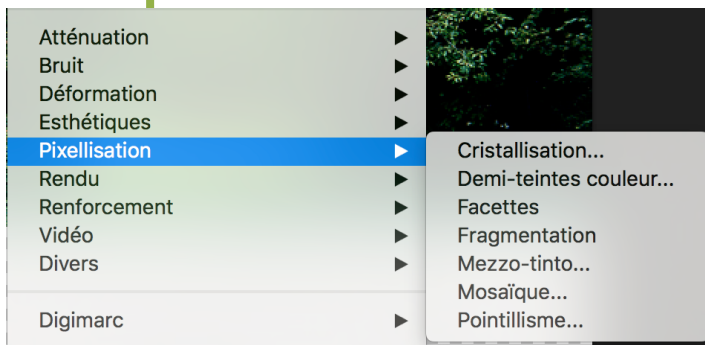


■ Expérimentation 1 : Adobe color CC,
URL : <https://color.adobe.com>



Harmonie chromatique attendue pour les expérimentations, résultat des architectes

■ Expérimentation 2 : l'outil pixellisation de photoshop

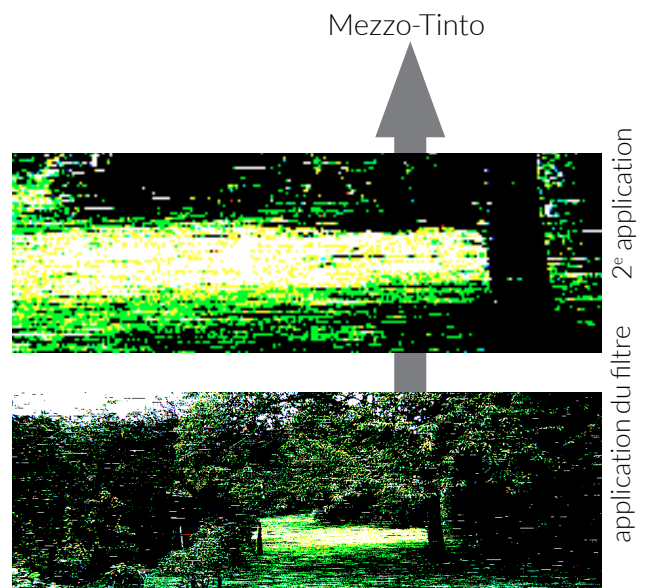


Photoshop : onglet filtres => pixellisation

Image de départ

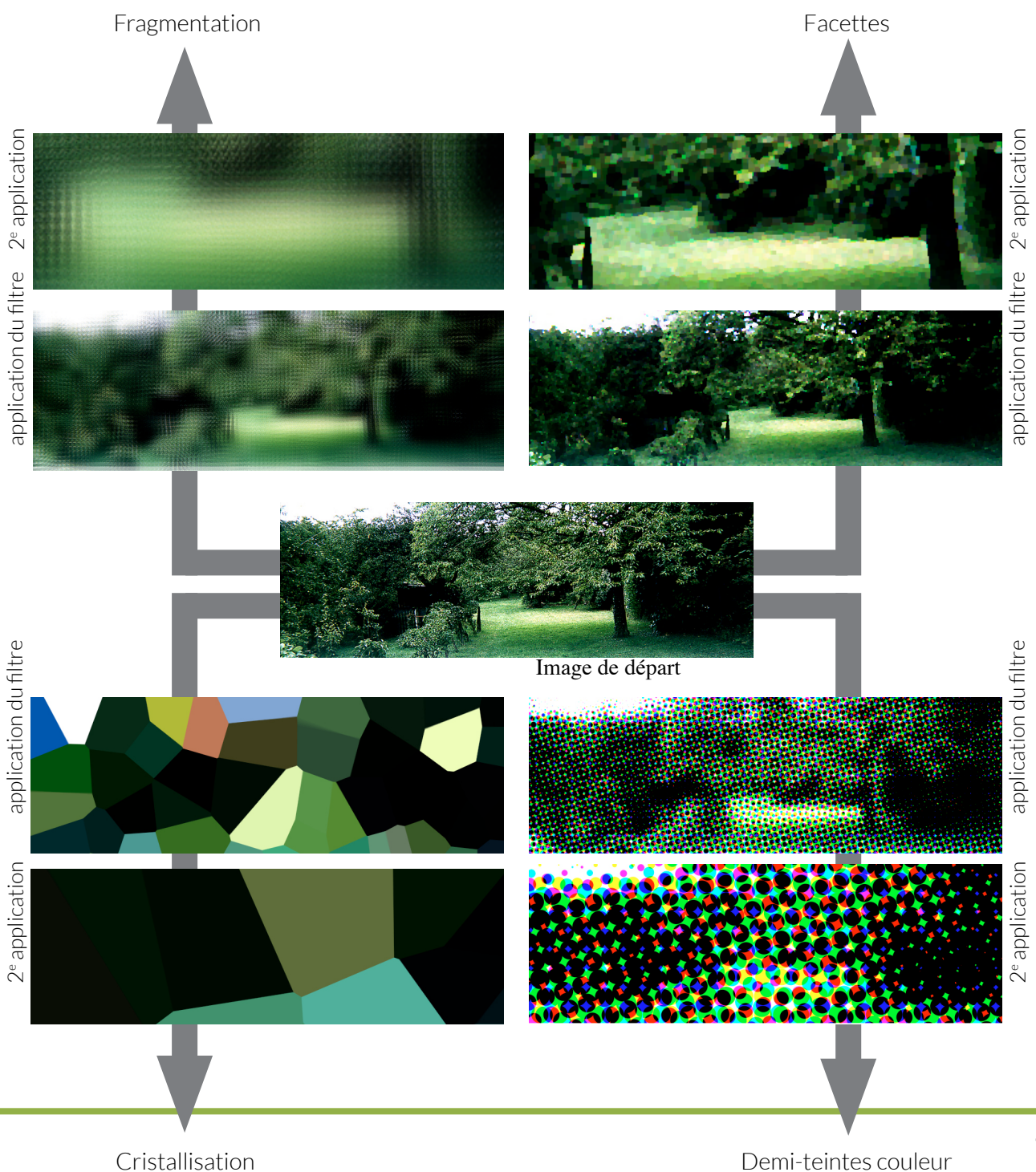


Pointillisme

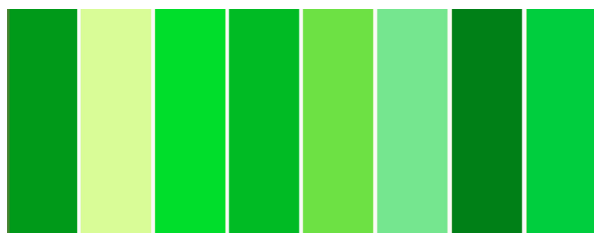


Mosaïque

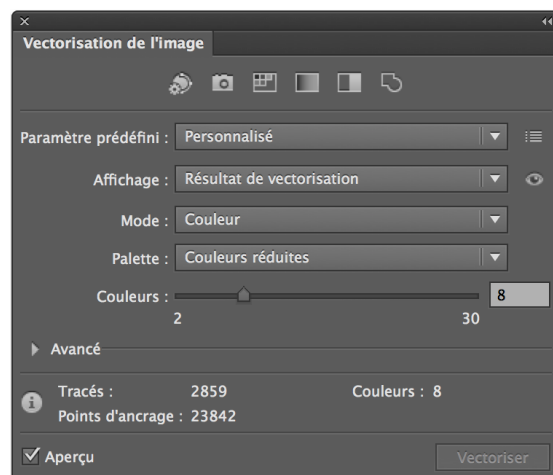
L'expérimentation 1 présente un résultat similaire à celui de Martin Trottin. Il a été obtenu à partir d'une couleur donnée de numéro hexadécimal 68DE28 ; RVB 104-222-40. Il s'agit de la couleur du centre qui a été prise comme référence par le logiciel pour développer une gamme chromatique en mode monochrome. Cette couleur est extraite du camaïeu produit par Martin Trottin (troisième couleur à partir de la gauche).



■ Expérimentation 3 : Vectorisation automatique en huit couleurs sur Illustrator



Harmonie chromatique attendue pour les expérimentations, résultat des architectes



Palette d'option de cette vectorisation



Image de départ

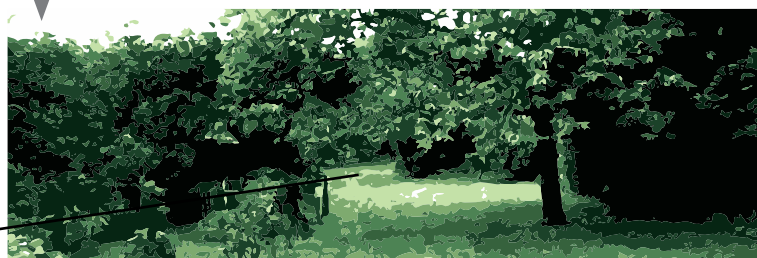
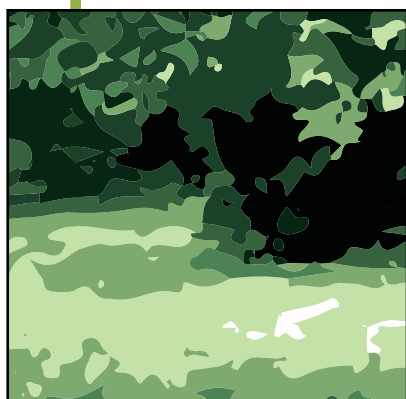


Image subdivisée en huit couleurs



Zoom



■ Expérimentation 4: Modification de la taille de l'image par le nombre de pixels

L'expérimentation 2 met en avant un processus de pixellisation des images. Sur Photoshop le filtre de transformation « Pixellisation » comporte des catégories de pixellisation. J'ai déjà évoqué dans la partie introductive de ce mémoire le pointillisme et la mosaïque comme ayant un lien de forme et de sens avec le pixel. Les catégories de pixellisation proposées par Photoshop utilisent également ces deux termes. Cette expérimentation avait pour objectif d'obtenir la même gamme chromatique que celle proposée par l'architecte à partir de la même image. Les résultats obtenus sont tous différents de ceux obtenus par l'architecte.

L'expérimentation 3 réalisée avec Illustrator est la plus fidèle pour extraire les couleurs dominantes. C'est-à-dire que lors de la vectorisation de l'image j'ai paramétré dans les contraintes que le résultat devait posséder huit couleurs. Le logiciel a recherché les couleurs dominantes en rapprochant un maximum de couleurs entre elles pour obtenir uniquement huit couleurs.

L'expérimentation 4 est réalisée en redimensionnant la taille de l'image par le nombre de pixels. Au lieu d'une image de 900x295, la réduction a été réalisée pour que l'image mesure 8x1px. Cette compression fait ressortir par association multiple les différentes couleurs présentes dans la majeure partie de l'image.

J'observe dans l'expérimentation n°1 que les couleurs obtenues sont les plus proches de celles que l'architecte a utilisé pour le parement de sa façade. Pourtant, ces couleurs n'ont pas été obtenues par un processus de pixellisation, mais par un logiciel qui crée des nuanciers à partir d'une valeur.

Quand Martin Trottin parle de « pixellisation chromatique du jardin », je pense qu'il ne parle pas du processus de conception qu'il a utilisé, mais plus de l'image subjective, du résultat qu'il a obtenu et souhaité. L'emploi du mot « pixellisation » n'est donc pas entendu ici sous son sens d'algorithme de transformation, mais plutôt de l'univers graphique qu'il représente, c'est-à-dire une simplification à son paroxysme d'une image, dans ce cas-là une simplification des couleurs.

À travers ces deux exemples, la pixellisation est utilisée comme un outil de simplification, voire de sélection automatique. Dans l'exemple de Herzog et De Meuron, la simplification est formelle. Je suppose que cette simplification, en plus d'avoir un intérêt esthétique, a également un intérêt constructif. La taille des vides dans le béton n'est pas infiniment petite, mais reste dans les standards d'échelle de mannequin probablement utilisé lors du coffrage du mur en béton.

Pourquoi construire avec des pixels ?

L'idée du pixel n'est pas utilisée systématiquement pour son caractère symbolique. La dénomination pixel caractérise « picture element », dans sa définition le mot pixel n'est pas rattaché au numérique, même si dans le sens commun « pixel » et « numérique » sont étroitement liés.

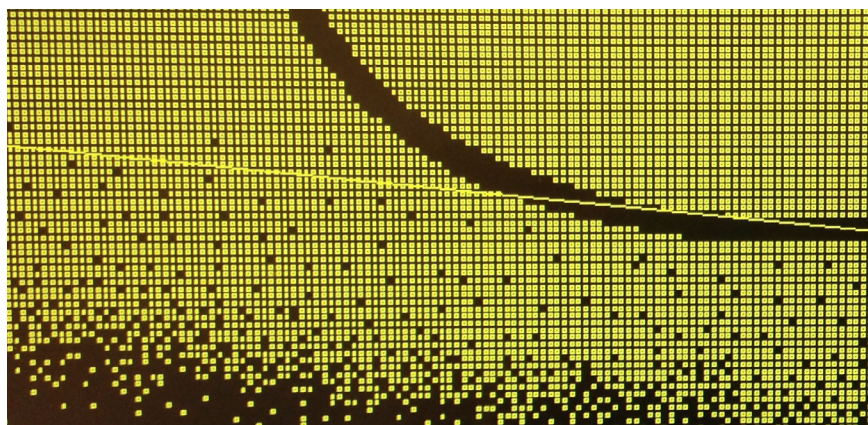
Pour démontrer l'utilisation du mot pixel sans rapport au numérique, je présente dans cette partie un projet que j'ai réalisé avec l'agence DMG Architecture, Sept-Îles. Cette expérimentation personnelle n'est pas un cas isolé puisqu'on retrouve le processus de dessin par pixel dans de nombreux cas d'architecture courrante.

Expérience personnelle

DMG Architecture est une agence canadienne implantée dans la région de la Côte-Nord au Québec, il s'agit de l'agence où j'ai réalisé mon stage pratique. Sur le projet du *musée régional de la Côte-Nord*, l'agence a été mandatée pour la réfection des façades extérieures et de l'identité du musée ainsi qu'une nouvelle séquence d'entrée qui intègre la nouvelle identité. La section du projet qui utilise les pixels se situe sur les façades du hall d'entrée qui compose la nouvelle séquence.

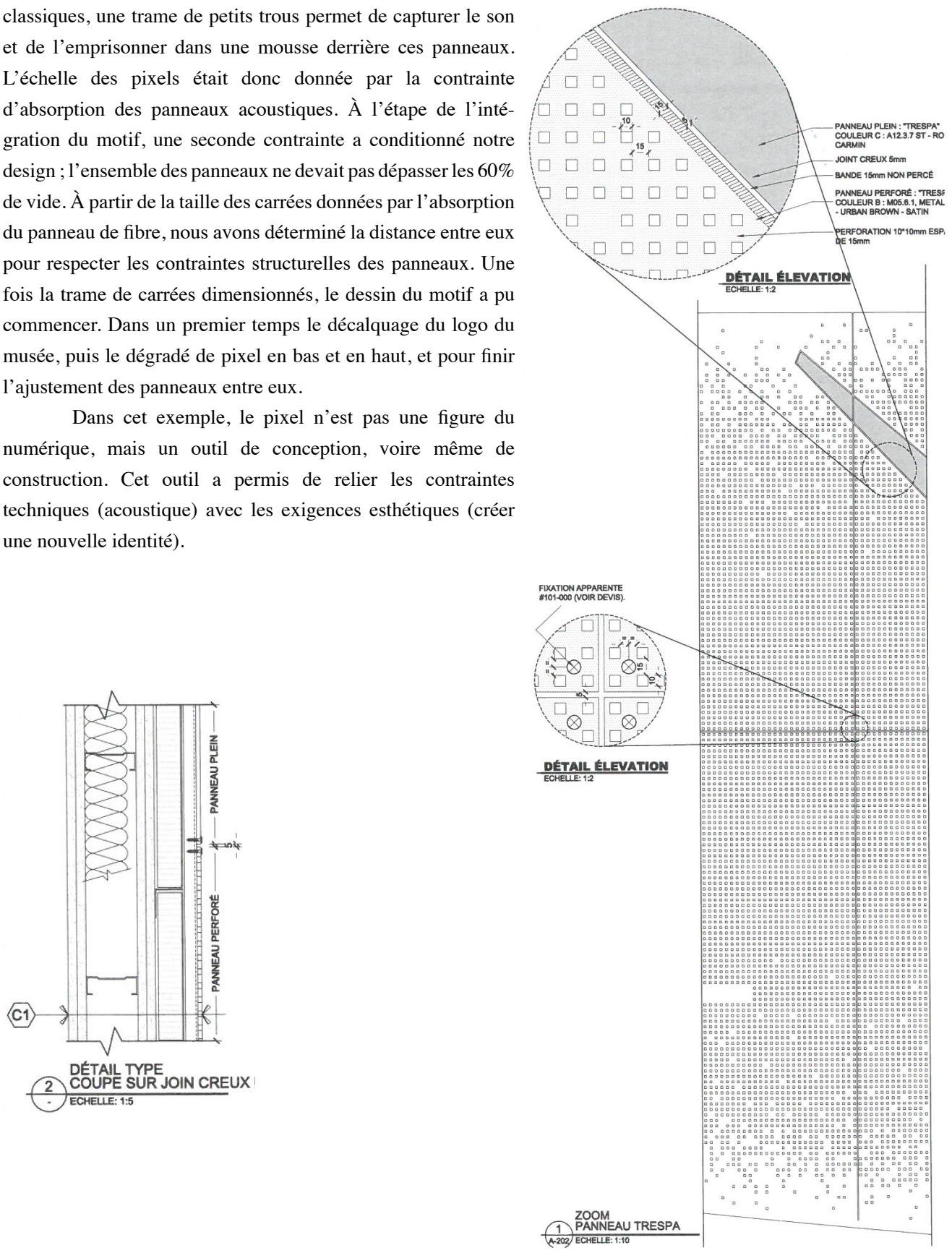
Les problématiques de ce hall sont diverses, il est bruyant, ne transmet aucune information sur le contenu du musée et il est abîmé. Avec ma participation, l'agence a proposé un système de panneaux acoustiques en Trespa qui dessine le logo du musée, avec un dégradé haut et bas. Pour réaliser ces dessins j'ai opté pour créer une trame de carrés percés sur l'ensemble du panneau pour répondre aux contraintes acoustiques. Pour moi, ce n'est pas le fait de percer les panneaux par une trame de carrés de la même taille qui me pousse à parler de pixel, mais l'intégration des motifs à l'intérieur. Car, par soustraction de certains carrés à cette trame nous avons pu nous servir de ce support acoustique comme support de représentation, comme un écran, à la seule différence qu'il est inanimé et monochrome. Considérant chaque carré comme un pixel, nous avons dessiné le logo du musée et les dégradés comme nous en avons eu l'idée au début de notre conception.

■ Dessin DWG de la matrice de pixel avec les dessins par soustraction



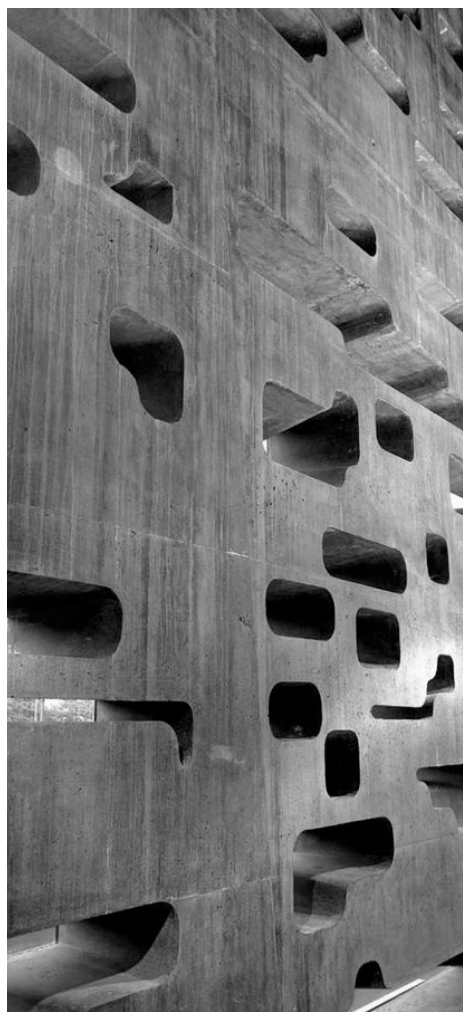
La contrainte acoustique nous a également poussés à concevoir ces panneaux avec ce motif. Comme des panneaux acoustiques classiques, une trame de petits trous permet de capturer le son et de l'emprisonner dans une mousse derrière ces panneaux. L'échelle des pixels était donc donnée par la contrainte d'absorption des panneaux acoustiques. À l'étape de l'intégration du motif, une seconde contrainte a conditionné notre design : l'ensemble des panneaux ne devait pas dépasser les 60% de vide. À partir de la taille des carrées données par l'absorption du panneau de fibre, nous avons déterminé la distance entre eux pour respecter les contraintes structurelles des panneaux. Une fois la trame de carrées dimensionnés, le dessin du motif a pu commencer. Dans un premier temps le décalquage du logo du musée, puis le dégradé de pixel en bas et en haut, et pour finir l'ajustement des panneaux entre eux.

Dans cet exemple, le pixel n'est pas une figure du numérique, mais un outil de conception, voire même de construction. Cet outil a permis de relier les contraintes techniques (acoustique) avec les exigences esthétiques (créer une nouvelle identité).



Musée Espacio del Artes

Pour la construction du projet *Espacio del Artes* de Herzog et De Meuron, les coffrages du béton sont une des principales contraintes de la taille et de la position des pixels. La démarche peut être comparée à celle présentée dans mon expérience personnelle, même si le projet ne présente aucune ressemblance. Tout d'abord, la contrainte esthétique et les intentions de l'architecte sont la première contrainte dans ce projet. Comme je l'ai présenté précédemment, les architectes ont pixellisé les reflets du soleil sur la mer. L'image était donc donnée, mais l'échelle était encore à trouver. Deux contraintes sont à l'origine du dimensionnement. Comme pour le projet des panneaux acoustiques, c'est la taille du vide et la taille du plein qui donne l'échelle générale du système pixellisé.



■ *Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis*

La taille des vides est donnée dans un premier temps par l'apport lumineux correspondant aux intentions de l'architecte. Des trous trop petits, et le soleil ne pénètre pas à l'intérieur de l'espace. Des trous trop gros, et l'impression de scintillement n'est plus lisible. L'échelle approximative est donc donnée. Pour déterminer l'échelle finale, c'est le système constructif qui a le dernier mot. En effet, le coffrage du béton est dans ce projet un exemple limpide du continuum numérique. Chaque mannequin de banche est unique, il s'agit de planches de bois découpées à la fraiseuse numérique et empilées les unes aux autres. Elles sont maintenues par une tige filetée vissée à l'aide de papillons. Au séchage du béton, les planches peuvent être retirées individuellement pour laisser le trou libre d'accueillir de la lumière. La dimension de ces mannequins est donnée entre autres par l'échelle de l'homme, c'est-à-dire une échelle qui permet à la personne qui place et retire les mannequins de pouvoir travailler facilement.

La taille des pleins est le résultat d'un calcul de structure, et notamment de ferrailage. Entre chaque trou, il y a assez de place pour faire passer un nombre de ferrillages suffisant pour respecter les qualités structurelles du mur.

Ainsi l'addition des deux éléments dimensionnés (le plein et le vide) avec l'aspect symbolique du bâtiment finalisent le processus de création. La pixellisation de l'image a permis de relier les contraintes techniques (construction / structure) avec les exigences esthétiques (reflet du soleil sur la mer).

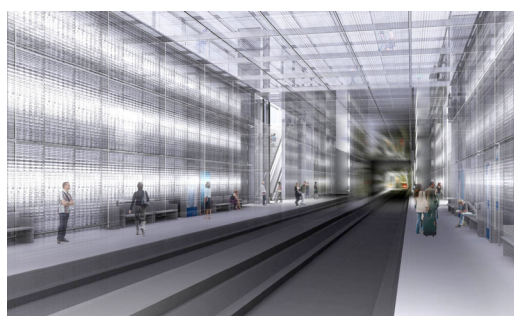
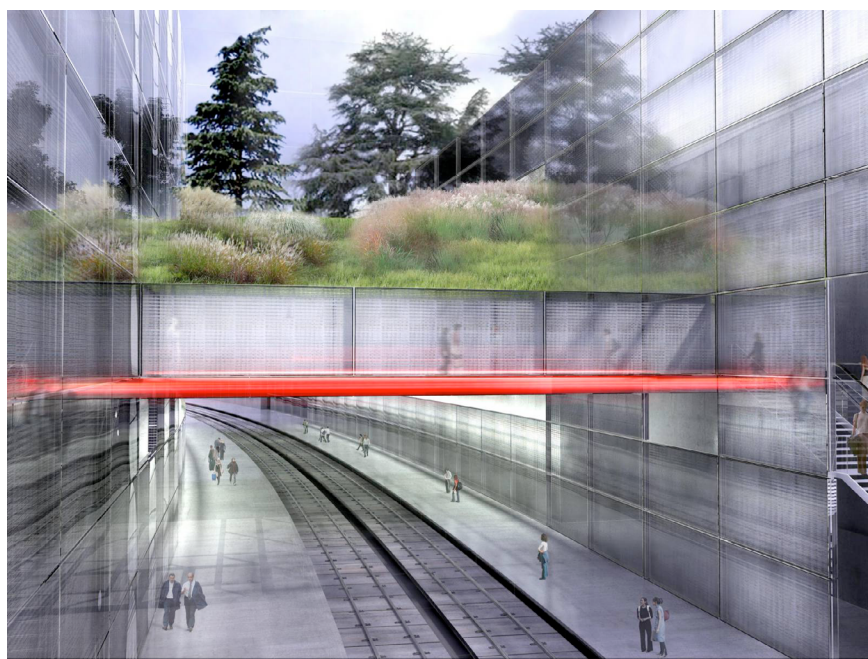
La pixellisation est un moteur de simplification. C'est entre autres pour cette raison qu'elle a des qualités constructives quand elle est appliquée au bâtiment. Mais l'action de pixelliser dépasse une simple réponse aux contraintes de construction, elle est également un processus de simplification tant pratique que théorique.

Pixelliser pour simplifier, unifier et rendre flou

L'usage de la pixellisation, quand elle n'a pas pour finalité l'esthétique, a une fin théorique. Pour les projets présentés dans cette partie, c'est le cas. L'action de pixelliser, comme je l'ai présenté dans l'introduction de cette partie, consiste à réduire la quantité d'informations présente dans une image numérique, comme le fait la censure à l'écran. La pixellisation a pour effet de diminuer les informations d'une image, celle-ci devient de plus en plus floue. De plus par cette simplification l'image perd du poids et ses dimensions sont réduites. Cette caractéristique de la pixellisation est l'objet de la conception des gares CEVA par Jean Nouvel.

Système pixelisant : Les Gares CEVA de Jean Nouvel

Les ateliers Jean Nouvel ont remporté en 2004 le concours pour les cinq gares du nouveau métro de Genève en Suisse. Voici un extrait de la description de ce projet par Jean Nouvel.



■ Gare CEVA, Genève, Suisse, Jean Nouvel, 2004-2020

« [...]D'immenses briques de verre constitueront les murs, les toitures, les terrasses des gares.

La géométrie est élémentaire, essentielle.

Et l'important est ce que l'on va lire, deviner, imaginer à travers la texture du verre, qui va pixelliser, diffracter, recomposer les images mouvantes des passagers des trains, mais aussi celles des affiches, des signes, des projecteurs qui habitent les gares.

Lumière si différente de jour et de nuit, questionnement poétique sur les départs, les arrivées, les pulsations de flots d'inconnus[...] »

_Extrait de description du Projet par Jean Nouvel

L'objet de la pixellisation n'a pas le même sens que les projets que j'ai déjà présentés. Ils avaient comme source une image numérique qui serait pixellisée pour être transposée à l'architecture. Ici, l'objet n'est pas une image numérique fixe, mais la pixellisation est active sur des scènes mouvantes. Ce sont les voyageurs qui animent l'image à travers le filtre polarisant que crée Jean Nouvel. La pixellisation des projets précédents s'exerce sur des pixels passifs, ceux-ci sont agrandis. Ici, la distinction est plus floue, car les pixels peuvent être caractérisés d'actifs même après avoir été pixellisés. Les panneaux de brique de verre peuvent être comparés à des écrans basse résolution. Le potentiel que Jean Nouvel a vu dans la pixellisation, c'est l'action de simplifier, de rendre homogène. En effet, les gares sont des espaces de communication où écrans et affiches font reigner un chaos visuel. Ajouter à cela le flux des voyageurs et les panneaux lumineux des trains, l'espace de la gare sont un patchwork qui provoque une fatigue visuelle.

Comme pour une image numérique trop complexe et trop lourde qu'un ordinateur ne pourrait pas afficher, la taille de cette image serait réduite pour en permettre la lecture. L'image est compressée, elle perd en quantité d'information, et par conséquent elle devient plus légère. C'est le même processus que Jean Nouvel utilise. Il simplifie l'espace de la gare aux yeux des voyageurs. Grâce aux différents filtres formés par les panneaux de cube de verre, l'ensemble de la pollution visuelle devient plus floue, plus uniforme. La transposition du pixel dans l'architecture est ici virtuelle, c'est un effet d'optique.

Cet exemple n'est pas isolé même s'il traduit fidèlement cette idée de transposition du pixel comme action de simplification. Le mot « pixellisation » dans plusieurs exemples présentés dans cette partie a été extrapolé par les architectes pour en réalité déterminer d'autres actions ; la pixellisation est un abus de langage souvent utilisé.

3. Pixel + Animation

Dans cette partie, l'appropriation du pixel par les architectes arrive à son paroxysme. Il n'est plus question de l'aspect sémantique et formel, mais de son fonctionnement intrinsèque en tant que pixel actif. Il est question du pixel de l'écran, celui qui le fait fonctionner. Dans une première partie, sa caractéristique de système lumineux sera comparée à ses transpositions en architecture. Puis dans un second temps je m'intéresserai au fonctionnement des pixels entre eux et de leur relation comme élément unitaire dépendant d'un ensemble harmonieux.

La lumière, son apparence

« Les trous imitant les pixels dans les façades de béton assurent un éclairage particulier, une distribution originale de la lumière naturelle en journée, et une émission magique de la lumière artificielle de l'intérieur vers l'extérieur lorsqu'il fait nuit »

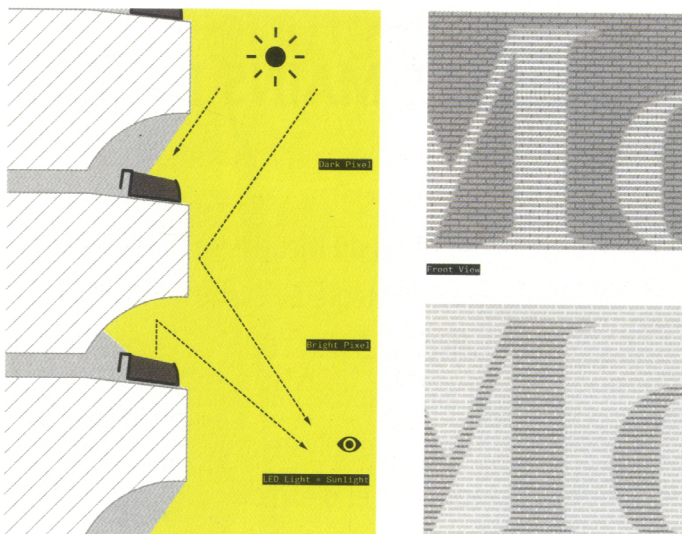
_Description du projet Espacio de las Artes par Herzog et De Meuron

Le pixel émet de la lumière, il a une teinte et une intensité. Il est composé d'une triade de composants électroluminescents. Chaque élément de cette triade a pour teinte le rouge, le vert et le bleu. Les couleurs de ces éléments ne varient pas, mais leur intensité oui. Les pixels des écrans géants de LED vendus dans le commerce par exemple sont différenciés par leur mode d'excitation. Les écrans cathodiques activent leurs pixels grâce à un canon à électrons. Les écrans les plus répandus aujourd'hui sont les écrans plasma à cristaux liquides ou les écrans à diode électroluminescente. Ces différentes technologies ont été créées dans un même but : faire varier l'intensité du pixel. Les évolutions technologiques des écrans concernent leurs définitions. À chaque évolution technique les pixels diminuent en taille et la qualité des écrans augmentent, de même que le nombre de couleurs. Plus les pixels proposent des couleurs différentes plus les images produites par l'écran sont fidèles et réalistes.

L'utilisation du pixel concerne donc sa caractéristique de petit élément de lumière. Dans le projet *Espacio de las Artes* dessiné par l'agence Herzog et De Meuron, la lumière artificielle de l'intérieur du bâtiment est diffusée la nuit à travers les petites cheminées dans le béton pour allumer le dessin formé par cet ensemble de cheminées. À l'image des reflets du soleil sur la mer, les petites fenêtres créent elles aussi des points intenses qui font disparaître le mur, pour finalement ne voir plus qu'eux. L'animation dans ce projet intervient avec le passage des visiteurs. Toujours pour illustrer les reflets du soleil scintillant sur la mer, les architectes ont laissé les va-et-vient du public derrière cette façade pour allumer ou éteindre certains pixels. Donc, dans les faits, quand un visiteur du musée passe devant une petite fenêtre, il l'occulte et la lumière ne peut plus passer. Le pixel est donc éteint.

Dans le projet du *Kunstmuseum*, l'animation des briques est plus contrôlée, elle dépend avant tout des valeurs mesurables du contexte climatique. Tout d'abord, comme pour le projet *Espacio del Artes*, la référence au pixel n'est pas que formelle, elle est avant tout fonctionnelle. Les briques aux arrêtes concaves sont rétro-éclairées par des bandes de LED. Celles-ci sont « composées de quatre LED par brique qui, ensemble, forment un pixel¹ ». Pour chaque pixel un capteur reçoit le nombre de lumen que produit le soleil. Les quatre LED produisent de la lumière en conséquence, c'est par ce fonctionnement que l'ombre de l'arrête concave est supprimée. Les quatre LED allumées seront alors un pixel blanc. Par opposition, quand elles seront éteintes se sera un pixel noir. Ce fonctionnement s'inverse la nuit.

¹ Description du projet par l'agence Iart : www.iart.ch



■ Principe de fonctionnement _ D'A
Archi, 2016 n°246 « un écran animé en
brique » p94-95

La résolution de cet *écran de brique*¹ est de 1306x40 px. L'animation de ce système de brique se fait à partir des caractéristiques lumineuses du pixel et de sa hiérarchisation en matrice. C'est-à-dire hiérarchisé sur 40 lignes X et 1306 lignes Y. Le parallèle entre les pixels de l'architecture et les pixels de l'écran sont très littérales. Ils ont d'une part le même fonctionnement et la même logique et d'autre part il prennent la même forme. Le pixel qui a des dimensions microscopiques dans un écran d'ordinateur a été adapté aux contraintes et aux matériaux de l'architecture, mais son essence même est respectée. Mise à part l'échelle et la technologie employée, je ne trouve aucune différence avec un écran classique. Il y a bien sûr la finesse du dessin et l'intégration de cet écran, qui révèle une vraie qualité architecturale. Ce projet a gagné le Média Architecture Awards pour sa capacité à intégrer la technologie avec discrétion dans l'architecture.

Le projet suivant réalisé par Herzog et De Meuron est moins littéral par rapport à la transposition du pixel en architecture. Le fonctionnement du pixel n'est pas un copier/coller de principe, mais plus une interprétation du fonctionnement des pixels les uns avec les autres, avec une certaine forme de poésie.

¹ Dénomination donné par les architectes

La connexion entre chaque pixel

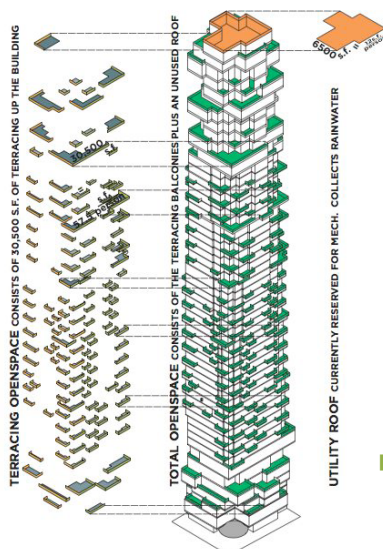
56 Leonard Street : Du contexte au pixel

La problématique du projet consiste à trouver un concept qui permette d'associer d'une part l'envie que tout un chacun puisse prétendre, c'est-à-dire la possession d'une maison individuelle unique, associée aux exigences des villes actuelles. Le projet proposé par Herzog et De Meuron propose cette association. Il considère chaque logement comme un petit élément unique, un pixel. Chaque appartement va ensuite être empilé sur des planchers, des axes X, pour créer des combinaisons d'ambiances et de vues qui accentueront l'unicité de chaque appartement. Ce projet cherche à rompre avec l'apparence traditionnelle des immeubles de grande hauteur présentes dans les centres-ville américains. Il part de l'unicité, et continue à exprimer celle-ci à l'extérieur. La tour combine des échelles de pixels, correspondant au type de fonction et au type de logement. C'est en regroupant cette palette de pixels que Herzog et De Meuron contextualisent leur projet face à la mixité de la ville.



■ 56 Leonard Street, Herzog et De Meuron, NY, 2008-2016

Dans cet exemple le pixel est à la base du processus de conception, c'est son aspect évolutif et connecté qui intéresse les architectes. Le pixel n'a pas de sens isolé, mais c'est dans sa quantité qu'il est intéressant, car il crée des situations particulières, notamment des images. Dans une image numérique, chaque pixel juxtaposé communique en quelque sorte avec son voisin. Il crée des dégradés, des ruptures, des aplats. Sans leur nombre les pixels n'existeraient pas. Dans leur projet de tour, Herzog et De Meuron ne s'intéressent pas à l'esthétique du pixel, par exemple sa forme carrée, ses couleurs primaires ou sa taille. En revanche ils s'intéressent aux relations du pixel avec son contexte proche, c'est-à-dire d'autres pixels. La comparaison que Herzog et De Meuron mettent en avant est également du même ordre. Ils s'intéressent aux relations des appartements avec leur contexte, c'est-à-dire d'autres appartements. Car, comme pour les pixels, ils ne cherchent pas à isoler chaque appartement pour les rendre uniques, mais ils cherchent à faire coïncider leurs unicités pour que les appartements forme un tout. À l'image du pixel, les appartements entretiennent des relations avec leur voisins pour créer non pas des dégradés, des ruptures ou des aplats, mais une tour, qui elle-même trouve son sens avec la ville qui l'entoure.



■ 56 Leonard Street, Herzog et De Meuron, NY, 2008-2016

Dans cet exemple, l'action « animer », n'est pas présente à travers son mouvement mais dans les relations pixel-pixel, donc appartement-appartement. Cette transposition est plus subjective que l'exemple précédent du *Kunstmuseum*, car la transposition est plus conceptuelle que technique. C'est une approche différente de l'intégration du pixel à l'architecture.

Dans l'exemple du *Kunstmuseum*, j'ai présenté un écran de brique où les pixels étaient utilisés dans le projet avec la même valeur fonctionnelle que ceux d'un écran, les deux exemples gardent néanmoins une transposition architecturale. Si la transposition architecturale n'est plus présente, alors les pixels sont ramenés à leur première fonction, c'est-à-dire animer un écran. Dans ce cas les pixels présents dans l'architecture ne sont plus que des écrans et ouvrent de nouvelles problématiques.

Les pixels non transposés à l'architecture : Architecture d'écran ?

La tour Agbar

La *tour Agbar* possède des fenêtres dessinées avec le principe de l'automate cellulaire. Ce processus de conception particulier a été présenté dans la partie C : *pixel + zoom, Abstraction*. La façade de cette tour présente également des pixels avec leurs caractéristiques d'animation. En effet, sous la peau en verre sont dissimulées des plaques métalliques aux teintes bleues et rouges. Accrochés sur les lames de verre, il y a 4 500 barrettes de diodes composées de 18 LED chacune. Celles-ci permettent à la tour de faire varier les teintes de ces plaques et d'animer sa surface. Par la synthèse additive, les couleurs s'intensifient ou s'annulent. La surface du bâtiment devient une zone d'expression pour les artistes numériques. Le premier à avoir expérimenté cette surface interactive est Yann Kersalé, qui a également participé à la conception de ce système.

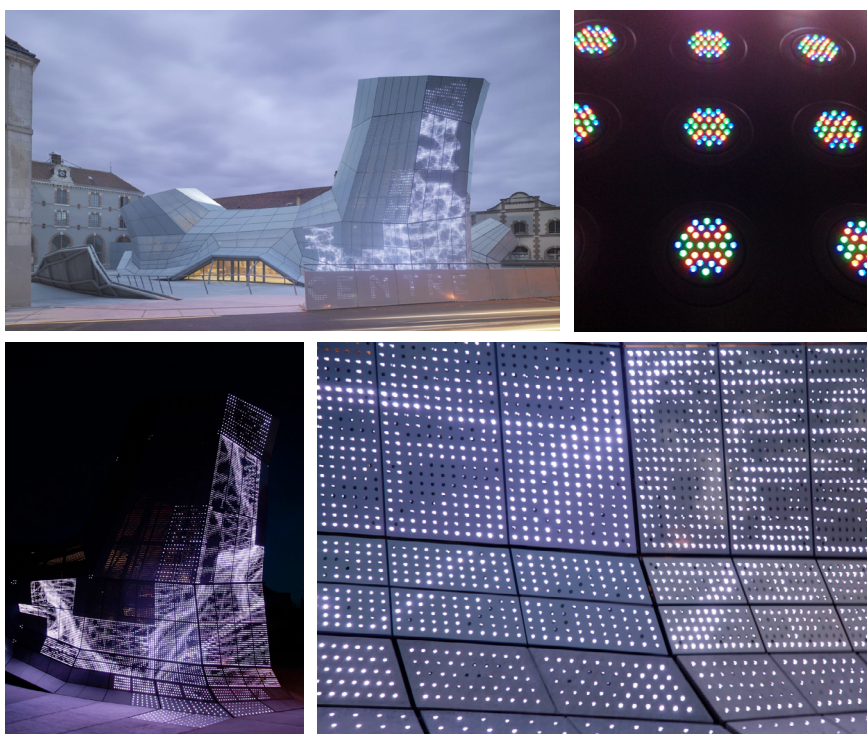


■ Tour Agbar, Barcelone, Espagne, Jean Nouvel, 1999-2005

Dans cet exemple, et sous la casquette de l'animation, le pixel n'est pas transposé à l'architecture car il n'y a pas de transformation de son échelle ni de référence subjective. Cependant il est présent à travers son aspect premier, électronique. C'est-à-dire qu'il est tout simplement un pixel d'écran, un petit élément qui sert à former une image. Un autre exemple permet d'approfondir la question de la place du pixel dans l'architecture quand il n'est pas transposé à celle-ci. Il s'agit du projet de Jakob et Macfarlane pour le *FRAC Orléans*.

Le FRAC Orléans

Le *FRAC Orléans* est l'extension d'un bâtiment existant dessiné par Jakob et Macfarlane. Les co-lauréats du concours sont le groupe Electronic Shadow. Ils sont reconnus pour leur performance numérique et leur travail d'animation. Le projet de « turbulence », forme numérique créée par les deux cheminées, est animé par une peau numérique qui suit rigoureusement les tracés de l'architecture. Electronic Shadow a créé cette peau pour qu'elle soit en interaction avec son environnement. Les surfaces de LED changent d'aspect selon s'il fait jour ou nuit et en fonction notamment de la météo.



■ *FRAC Centre, Orléans, France, Jakob + Macfarlane, 2011.*
Photos : Nicolas Borel et Roland Halbe

Dans ce projet, ni les architectes ni le groupe d'artiste ne mentionnent le mot pixel quand ils présentent le projet du *FRAC*. Le pixel passif n'a aucune place dans ce projet, mais le pixel actif est au cœur du dispositif. Cependant le pixel actif n'est pas utilisé comme source d'inspiration pour concevoir le bâtiment. Ce n'est pas non plus son fonctionnement qui est pris en compte dans le processus de conception pour transposer le pixel à l'architecture. Dans ce projet, le pixel n'a subi aucune transposition. C'est l'exemple contraire de tous ceux que j'ai présentés jusqu'à maintenant.

Le pixel ne ressemble certes pas à celui d'un écran d'ordinateur, mais à ceux présents dans les écrans LED géants. Il est donc pour ce projet un support de représentation, ni plus ni moins comparable à un simple écran d'ordinateur. Il répond à des programmes numériques qui donnent aux trois couleurs de LED des informations d'intensité pour chaque LED du pixel.

Comme je l'ai présenté dans ce mémoire, le pixel connote l'univers numérique et l'innovation. La peau lumineuse du *FRAC* passe du sol à la façade, reflétant la caractéristique ubiquitaire des écrans et plus largement du numérique. La limite entre matériel et immatériel tend à disparaître, comme l'explique Electronic Shadow dans la présentation de leur intention pour ce projet.

4. Les actions du pixel (synthèse)

Les actions appliquées au pixel créent des potentiels et induisent des processus de transposition particuliers pour l'architecture. J'ai présenté trois actions : l'action du zoom d'un pixel et ses enjeux sur l'architecture, l'action de la pixellisation et ses enjeux de conception et enfin l'action de l'animation et ses problématiques particulières qu'elle engendre sur l'espace.

L'action du zoom

Pour être utilisé en architecture, le pixel doit subir une mise à l'échelle par l'intermédiaire d'un zoom. Cette mise à l'échelle propose aux architectes de se positionner par rapport à la taille qu'ils souhaitent pour leur construction. Le choix de la taille des pixels doit être défini suivant plusieurs contraintes. Tout d'abord la contrainte sémantique ; les projets présentés mettent en avant trois intentions architecturales traduites par l'échelle des pixels. La première intention consiste à créer un système de représentation. C'est-à-dire qu'à partir d'une image de référence l'architecte va choisir de la représenter le plus fidèlement possible. La seconde intention présentée est le choix d'imager. L'image de référence sera traduite dans le projet par un système capable de donner le minimum d'éléments pour que le visiteur puisse comprendre la référence imagée dans le projet. Enfin, la dernière intention consiste en l'abstraction. Sans enjeux de représentation ni d'identification d'une référence à travers la matrice de pixel, la composition abstraite impose des règles à mettre en place pour hiérarchiser chaque élément.

En parallèle de ce choix sémantique intervient le contexte urbain ou spatial du projet auquel est lié l'acuité visuelle (la distance de l'observateur sur la matrice de pixels) qui influe sur sa compréhension du système. C'est donc à partir d'un choix sémantique et d'une analyse du contexte que l'architecte est capable de choisir la taille des pixels qu'il souhaite mettre en place par rapport à ses contraintes.

L'action de la pixellisation

Dans les exemples présentés, le potentiel de la pixellisation pour les architectes s'est avéré être complexe. Certains architectes se servent de la pixellisation pour ses qualités d'unification et d'implication. Dans ce cas la pixellisation ne sert pas à pixelliser une image, mais un contexte, qu'il soit humain, spatial ou d'ambiance. La pixellisation a avant tout été utilisée par les architectes à des fins constructives. Pour répondre à des contraintes techniques et des exigences esthétiques de l'architecte, la pixellisation s'est avérée être un outil de prédilection. Cette action capable de simplifier une image à son paroxysme comme présenté dans la partie C : *Pixel + zoom*, permet d'intégrer ces images dans le squelette du bâtiment et de les rendre pérennes. À travers le filtre de la pixellisation, le pixel n'est plus une source de référence en soit, mais un outil autant constructif qu'esthétique.

L'action de l'animation

Le pixel actif de l'écran est la référence dans les projets présentés. En effet, il possède des caractéristiques de relation avec ses voisins, il ne fonctionne pas individuellement, mais doit trouver une cohérence de groupe à travers sa matrice. C'est un potentiel du pixel que les architectes ont exploité dans les projets présentés dans ce mémoire. Mais à travers le filtre de l'animation le pixel actif est le plus pur, c'est-à-dire qu'il conserve ses propriétés d'élément électroluminescent. Finalement, les pixels actifs sont déplacés de l'écran d'ordinateur à la peau des bâtiments. Alors si le pixel n'est plus transposé à l'architecture et qu'il est utilisé comme élément de l'écran, quels sont les nouveaux enjeux de ces façades-écrans ?

Conclusion : De la façade à l'écran ; de la fenêtre au pixel

L'enjeu de cette recherche été de découvrir quels potentiels les architectes ont vu dans le pixel en matière de conception, mais aussi de déterminer quelles transpositions ils ont effectuées pour intégrer concrètement ou conceptuellement le pixel dans l'architecture.

L'hypothèse préliminaire, basée sur la définition d' Emanuel Gaussua, était de dire qu'il existe deux catégories de pixel : le pixel actif et le pixel passif. Suivant chacune de ces catégories, les potentiels du pixel et leurs transpositions à l'architecture prennent deux orientations majoritairement distinctes.

Le pixel passif appliqué à l'architecture par analogie est un processus de transposition par ressemblance basée notamment sur sa forme et ses connotations. J'ai présenté dans ce premier axe une hypothèse de champ lexical qui serait propre au pixel. Ce champ lexical est construit à partir des descriptions de bâtiments écrites par leur auteur. Cette littérature architecturale du pixel a fait apparaître les premières caractéristiques propres à l'utilisation du pixel dans l'architecture. La description par le dénombrement est une de ces caractéristiques. Ce champ lexical m'a permis d'introduire une seconde hypothèse qui consiste à dire que le pixel connote un univers numérique. Dans la culture populaire, le pixel passif est l'image forte qui représente le numérique. Cette caractéristique est à la source de nombreuses conceptions d'espaces contemporains. Mais cette généralisation du pixel, accentuée par des traces du mouvement Pixel Art a créé de nouvelles interprétations de certaines architectures, comme la cave de Caltrava par exemple. Affilié à une *pixel-conception*, le bâtiment perd du sens à cause de sa relation formelle au pixel. Les projets présentés dans ce mémoire ne sont pas uniquement des résultats de transpositions par ressemblance du pixel passif. Ils sont également le résultat d'une compréhension plus fine de ce qu'est vraiment un pixel.

Le pixel actif est donc un élément de l'écran, qui le fait fonctionner à travers une matrice. C'est avec différentes actions, comme le « zoom », la « pixellisation » et « l'animation » que le pixel crée un système de représentation capable d'imager. Les éléments de l'image (pixels) deviennent un tout grâce à leur nombre. Le pixel actif est de très petite taille. Donc, pour être transposé à l'architecture il doit changer d'échelle, il doit être zoomé. Cette homothétie du pixel amène des questions de sens en corrélation avec les échelles utilisées. De petite taille le pixel sert à représenter ; de moyenne taille il sert à imager et enfin dans une taille plus importante il est souvent une composition de carrés abstraits. Ajouté à cette hypothèse la distance de l'observateur et la principe de l'acuité visuelle, le système conceptuel devient complexe. Il permet de lire ou non les agencements de pixels. Les problématiques d'architecture sont donc omniprésentes. Après le zoom, la seconde action sur le pixel est la « pixellisation ». L'action de déconstruire un vecteur par la pixellisation permet dans un premier temps de travailler une image plus simplement pour les échelles architecturales. La problématique des architectes consiste, dans les exemples proposés dans la partie « pixellisation », à représenter des images en architecture. Leur réponse dans ces projets a été la pixellisation pour pouvoir les construire. L'image référente d'origine a été pixellisée pour des enjeux de faisabilité

et de lisibilité. L'homogénéité et l'unité sont aussi un objectif conceptuel que l'outil de la pixellisation a permis. Enfin, « l'animation », l'essence même du pixel et la nature par conséquent de l'écran qui en définit sa fonction première : afficher des images mouvantes. C'est avec cette approche que le pixel actif est à l'opposé du pixel passif. L'animation des pixels engendre des questions de relation et de coordination des éléments les uns aux autres. La lumière émise par le pixel transposé à l'architecture est en corrélation avec les enjeux d'ambiance du bâtiment. Cette combinaison donne accès à de nouveaux outils pour les architectes. La lumière n'est plus diffuse mais éclatée dans un système matriciel cohérent. Là où la question de l'architecture devient évidente, c'est quant aux interactions qu'entretiennent l'espace et la matrice de pixel développé pour l'architecture sous forme de trame.

Si en revanche le pixel ne subit plus tous ces différents processus de transposition, alors il n'est plus qu'une banale LED qui forme par son nombre un écran. Les pixels deviennent la peau des bâtiments. À l'image de l'interface homme-machine créée par l'écran, quelle est cette nouvelle interface de l'écran et de l'espace public ? Les façades des bâtiments, composantes essentielles des villes, peuvent-elles être remplacées par une interface numérique, un écran de plus entre l'espace privé et public ?

L'institut *Média Architecture*¹ s'est déjà positionné sur cette problématique. Dans un objectif d'innovation par l'expérimentation, cet institut propose des biennales, des conférences et des tables rondes sur le thème de *l'architecture des médias*².

[... Ce sommet cherche à explorer des alternatives pour les médias dans le domaine de l'architecture, où l'intégration des médias dans le bâtiment a été soigneusement formulée pour une idéation artistique et culturelle de la ville plutôt que simplement traitée comme une surface technologique appliquée à travers la ville. ...]

_ Présentation de la conférence « Media façade summit » de 2013 à Hong Kong.

Les problématiques sont présentes et les grandes villes du monde se font envahir par une nouvelle urbanisation médiatique incontrôlée. Les nouvelles façades médiatiques sont au cœur de ces réflexions³. Si plusieurs axes d'étude sont apportés pour répondre à cette problématique, la transposition du pixel à l'architecture n'est-elle pas une de ses hypothèses ? Le fait de ramener des questions urbaines à la problématique du pixel dans les façades est peut-être une condition à son utilisation. Pour continuer ce travail, le glossaire des références doit être élargi, il doit prendre entre autres des projets d'urbanisme, où la place du pixel et de sa matrice ouvrent de nouvelles hypothèses de transposition.

¹ Media Architecture Institute (MAI) fondée en 2009 par Dr Gernot Tscherteu, Dr Oliver Schürer, DI Wolfgang Leeb et Dr Martin Tomitsch. URL : <http://www.mediaarchitecture.org/>

² Livre : Luke Hespanhol, M. Hank Haeusler, Martin Tomitsch, Gernot Tscherteu (2017) *Media Architecture Compendium – Digital Placemaking*

³ Livre : M. Hank Haeusler, Martin Tomitsch, Gernot Tscherteu (2012) *New Media Façades – A Global Survey*

BIBLIOGRAPHIE

Classé par type d'ouvrage et ordre chronologique

Livres

Murotani Bunji (1994) - *Beyond graphic design*, Sussman / Prejza & company. Edition Process : Architecture, n°124 p 86-89 Traduit du Chinois par Sophia Enterprises Inc.

Maeda John (2000). Maeda @ média - *Journal d'un explorateur du numérique*. Edition Thames & Hudson. Traduit de l'anglais par Sabine Jean

Estevez Daniel (2001). *Dessin d'architecture et infographie – l'évolution contemporaine des pratiques graphiques*. Édition du CNRS

Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*. Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel

De Boissieu Aurélie, Deshayes Catherine, Tufano Antonella (2015). *Mutations du projet - Milieux et cultures numériques*. Édition Universitaire de Lorraine, PUN

Revue

Poyet Patrice (1993). Cahiers du CSTB, *Évolution des pratiques informatiques dans le secteur de la construction*.

Fouquey Philippe, Beaux Dominique (2000). Le carré bleu, *La création architecturale et l'informatique, Première partie*. Édition Les amis du carré bleu

Harmon LD, Julesz B (1973). *Masking in visual recognition: effects of two-dimensional filtered noise*. Science. 180(91):1194-1197. P70-82

Articles

O.Fillion (2002). Architecture intérieure CREE n°306. *La BNF en 520 pixels*. p122-125

Picon Antoine (2008). Le Visiteur n12, *Le Projet au risque du numérique*, P93-100. Edition Bilangual

James G. Ravin, Peter M. Odell (2008). Arch Ophthal, vol 126, n8, *Pixels and painting*. American Medical Association.

Delaveau, Anne-Sophie (2009). *Digital as a Tool/Reference for Architectural Conception: Examples from Two Agencies: Ateliers Jean Nouvel and Jakob+MacFarlane*

Jacqueline Ceresoli (2009). l'ARCA international, n°89, *De la mosaïque crétoise au pixall dans le design contemporain*. p94-95

Rémi Rouyer (2009). Le visiteur, n°13. *Le pixel et le surplus*, p77-84

Joël Onorato, Didelon Valéry (2014). Criticat 13, *Les architectes et l'informatique_Débat*, visite, analyse, chronique, anthologie, P53-91

Brunengo Cécile (2014). A'A' n404, *De nouveaux outils numériques pour concevoir en maquette*, p102-107

Sophie Trelcat (2016). D'A Architecture, n°246. *Un écran animé en brique*. p94-95

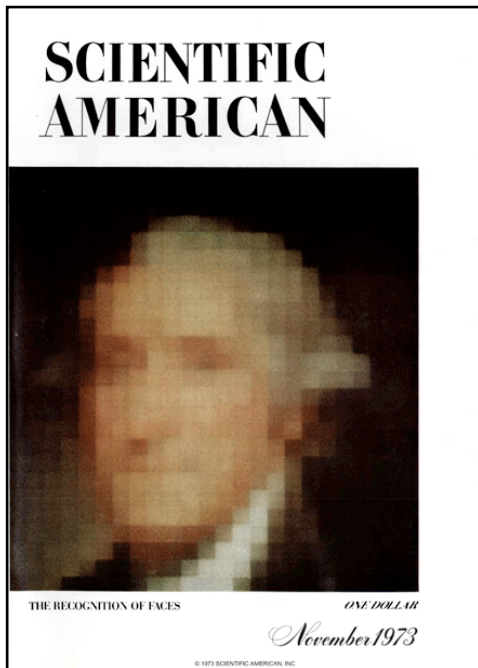
Dictionnaires

Gausa Manuel (1999). *Metapolis, Dictionnary of advanced architecture* M. GausaII constitue. Edition Actar

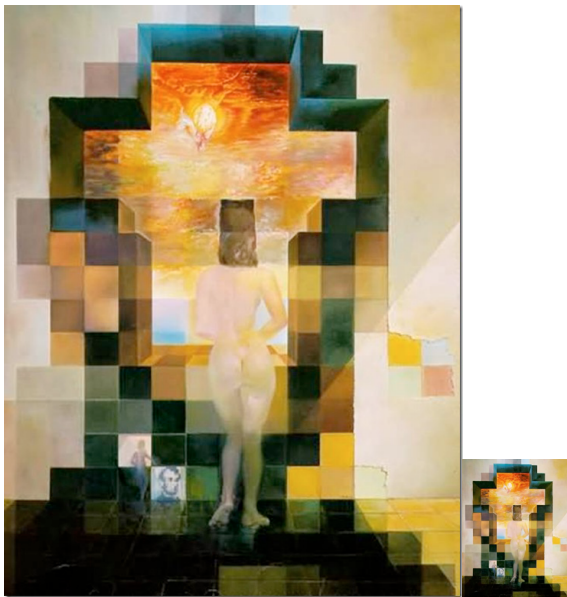
Commission générale de terminologie et de néologie (2009) *Vocabulaire des techniques de l'information et de la communication (TIC) - Enrichissement de la langue française*. Édition Journal officiel

Auteurs multiples (2016). *Glossaire du numérique*. Académie de Paris
URL : https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_1015658/glossaire-du-numerique

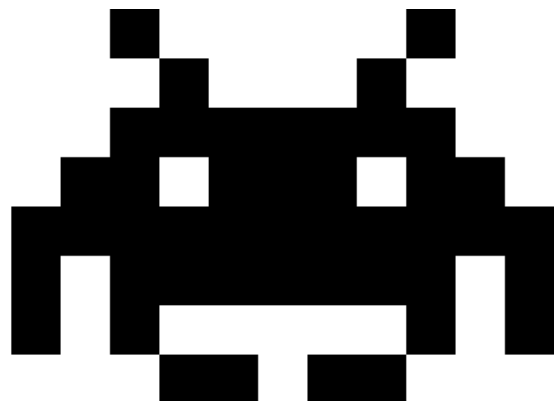
CHRONOLOGIE DES RÉFÉRENCES PRINCIPALES



*Couverture de la revue «Scientific American»,
experimentation informatique, novembre (1973)*



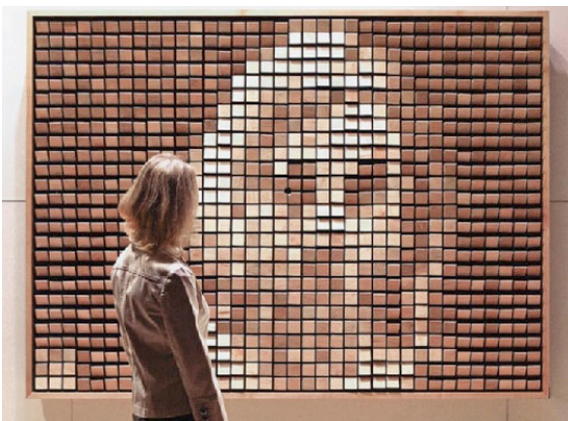
*Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît
le président Lincoln, Salvador Dalí (1975)*



Alien, Space invaders (1978)



Apple Computer "R&D Campus" Culver City, California, Sussman/Prejza & Co (1993)



Wooden Mirror, bitforms gallery, Daniel Rozin (1999)



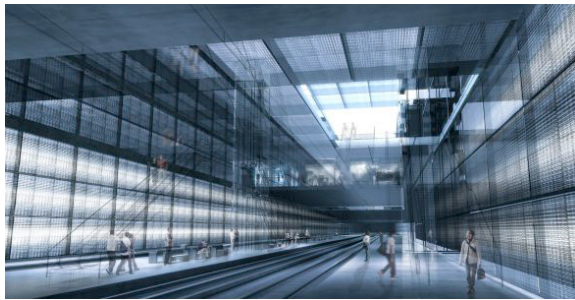
Torre Agbar, Barcelone, Espagne, Jean Nouvel (1999-2005)



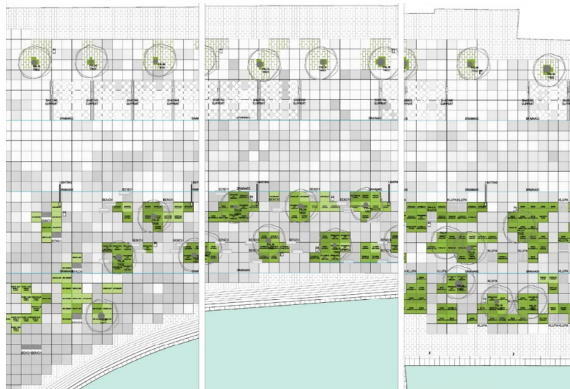
Cave Bodegas Ysios, Laguardia, Espagne, Frank Gehry & Santiago Calatrava (2000)
Photo : Alberto Ramos



MR House, Pomponne, France, Emmanuelle Marin-Trottin & David Trottin architectes (2001)



Gare Ceva, Genève, Suisse, Jean Nouvel (2004-2020)



Riva, Split, Croatie 3LHD Architects (2007)



Collection Quadrat at RCA, Cristian Zuzunaga, prix de la meilleur pixellisation au Wallpaper Design Awards (2007)

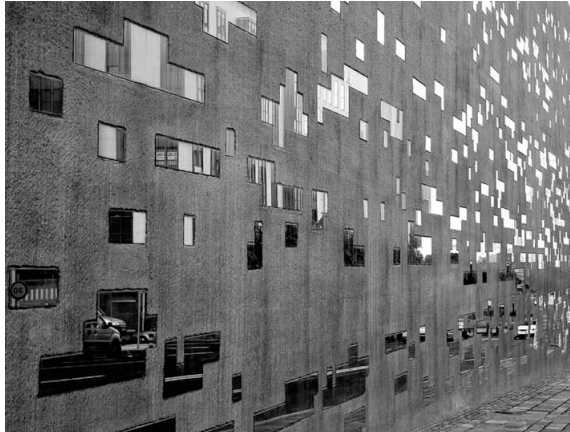


Do Lo Res, Ron Arad (2008)



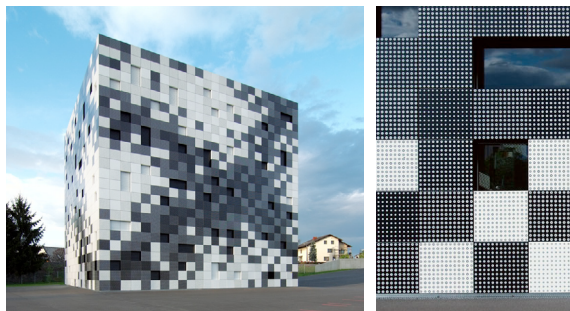
56 Leonard Street, Herzog et De Meuron, NY, (2008-2016)

Photo : personnelle



Le Tenerife Espacio de las Artes, Espagne, Herzog et de Meuron, (2009)

Photos : Nikolaos Zachariadis

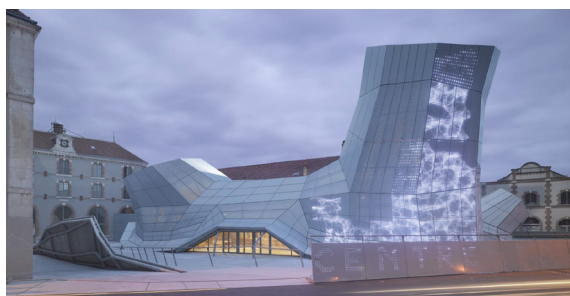


Frog Queen, Graz, Autriche, Splitterwerk, (2009)

Photos : Nikolaos Zachariadis

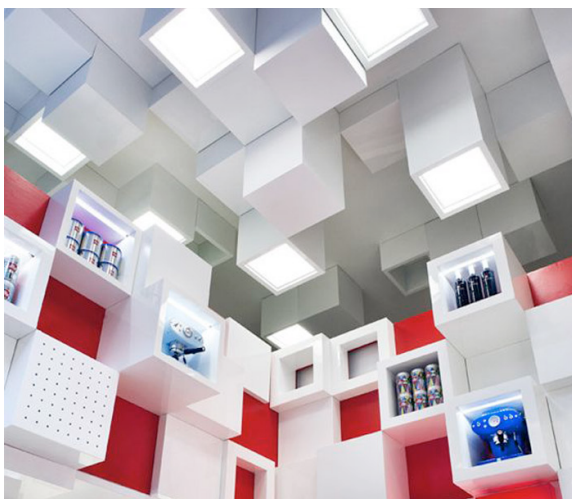


PixALL, mosaïque collection, Sicis (2009)

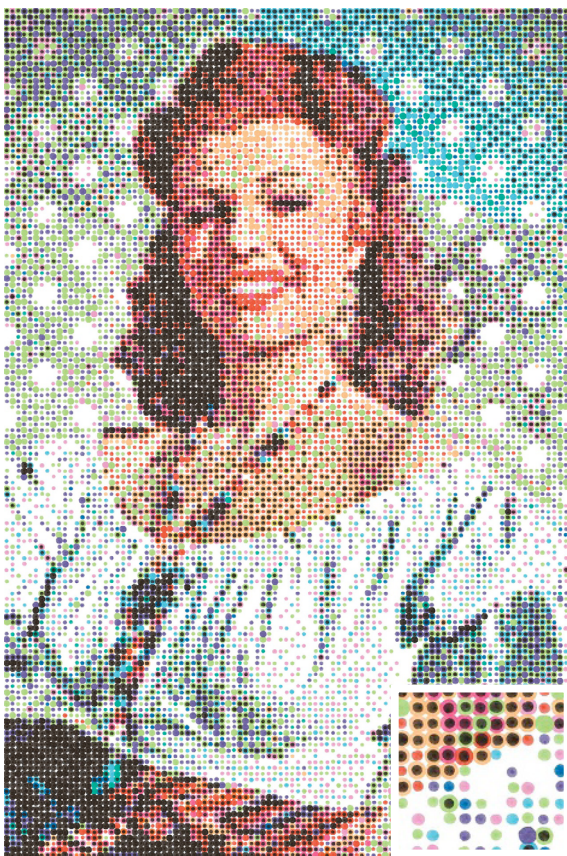


FRAC Centre, Orléans, France, Jakob + MacFarlane (2011)

Photos : Nicolas Borel et Roland Halbe



Illy shop, Turin, Caterina Tiazzoldi (2011)



Señorita, KAN (2014)
97 X 146 cm



Kunstmuseum, Bâle, Suisse, Christ et Gantenbein (2016)

LEXIQUE

Acuité visuelle¹ : Grandeur mesurant la capacité de l'œil à discriminer deux points distincts, en fonction de la distance les séparant et de l'éloignement de l'observateur.

Fonctionnement² : Manière dont un système dynamique, composé d'éléments solidaires, répond à sa fonction.

Matrice² : Arrangement de nombres sous forme d'un tableau rectangulaire ou carré comportant un certain nombre de lignes et de colonnes.

Mimer² : Imiter par des gestes, des attitudes, des jeux de physionomie, à l'exclusion de la parole.

Pixel³ : Les pixels sont des éléments d'image. Ils peuvent être à la fois actifs ou passifs. Seuls les actifs nous intéressent. Comme pour la stratégie opérationnelle, l'élément graphique est inséré dans le paysage, créant une carte de bits, sans doute statique.

Les pixels sont une stratégie opérationnelle lorsque nous divisons l'espace du projet en parties égales dans le but d'interagir avec l'environnement en incorporant des capteurs qui font que les stimulus externes s'écoulent d'une manière ordonnée, comme sur un écran d'ordinateur. Le résultat est toujours variable, jamais statique

Pixellisation⁴ : rendre apparent à la vue les pixels passifs par un agrandissement ou un rétrécissement homothétique. Deux orthographes sont correctes : pixeliser et pixelliser

Potentiel² : Forme modale qui convient à l'expression d'une possibilité (...) ou virtualité, par opposition à l'irréel, qui répond à l'idée d'une hypothèse irréalisable

Raster⁵ : Composé d'une matrice de pixels arrangés en lignes et colonnes pour ainsi former une grille, un raster (en français : Image matricielle) permet de représenter, avec une relative précision, un ensemble d'informations. Les rasters peuvent avoir plusieurs origines, photographies aériennes numériques ou encore images satellites et numériques.

Ressemblance² : Similitude d'aspect physique et/ou de comportement entre deux ou plusieurs personnes ; similitude d'aspect, d'usage, etc. entre deux ou plusieurs choses de même espèce ou d'espèces voisines. Traits ou éléments communs

Texel⁶ : Pixel sur lequel le plaquage de textures 3D a été effectué.

Transposition² : Permutation de phonèmes; déplacement d'un mot, d'un groupe de mots par rapport à l'ordre dit direct, logique, naturel.

Ubiquitaire, Ubiquité² : Faculté d'être présent partout en même temps

Voxel⁴ : contraction de « volume element ». Il s'agit d'un pixel 3D utilisé pour la représentation 3D dans l'espace d'un objet. Son application concerne avant tout l'imagerie médicale et les jeux vidéo.

1 Larousse.fr

2 TLFI, CNRTL.fr

3 Gausa Manuel (1999). *Metapolis, Dictionnary of advanced architecture* M. GausaII constitue. Edition Actar

4 Définition personnelle

5 ESRI France

6 Dictionnaire de l'informatique en ligne

INDEX DES ILLUSTRATIONS

1 : Couverture de la revue «Scientific American», experimentation informatique, novembre, 1973.....	20
2: Couverture de la Revue Science, Portait d'Abraham Lincoln (peinture), Close, 1973	20
3 : Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975	20
56 Leonard Street, Herzog et De Meuron, NY, 2008-2016.....	83
56 Leonard Street, Herzog et De Meuron, NY, 2008-2016.....	83
Affiche promotionnelle pour la ville de Metz, 2017	35
Alien de Space invaders, 1978	18
Alien de Space invaders, 1978	27
Apparition du mot «pixel» dans les livres. Rouge : en anglais ; Bleu : en français	18
Apple Computer “R&D Campus” Culver City, California, Sussman/Prejza & Co, 1993.....	5
Bannière du site internet le Monde, rubrique Pixel. URL : http://www.lemonde.fr/pixels/	35
Cave Bodegas Ysios, Guardia, Espagne, Frank Gehry & Santiago Calatrava, 2000	38
Chronologie schématique des successions de domaine qui se sont approprié le pixel pour concevoir	21
Comparaison entre différentes tailles de pixels	56
Couverture de la Revue Science, Portait d'Abraham Lincoln (peinture), Close, 1973	52
Cristian Zuzunaga, Collection Quadrat at RCA, 2007	22
Dessin DWG de la matrice de pixel avec les dessins par soustraction.....	74
Diagramme de principe du texel.....	40
Diagramme des choix d'échelle du pixel : représenter, imager, abstraire	53
Diagramme des qualificatif du projet architectural en lien avec l'utilisation du mot pixel : Le champ lexical du pixel.....	32
Diagramme de synthèse, «Actif / Passif».....	10
Diagramme de synthèse, «Actif / Passif».....	50
Diagramme de synthèse, « Pixellisation & Discretisation »	13
Diagramme, pixel «Actif / Passif».....	12
Différence entre tesselles et pixels.....	15
Digrame du principe du texel sur un pixel de la matrice de la façade	41
Do Lo Res, Ron Arad, 2008	22
Do Lo Res, Ron Arad, 2008	45
Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis.....	61
Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis.....	67
Espacio de las Artes, Tenerife, Espagne, Herzog et de Meuron, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis.....	76
Expérimentation 1 : Adobe color CC, URL : https://color.adobe.com	70
Expérimentation 2 : l'outil pixellisation de photoshop.....	70
Expérimentation 3 : Vectorisation automatique en huit couleurs sur Illustrator	72
Expérimentation 4: Modification de la taille de l'image par le nombre de pixels.....	72
Expérimentation de la définition du bandeau du Kunstmuseum	58
Expérimentation, passage d'une image à une surface percée par un processus d'échantillonnage.....	67
Expérimentation présent dans l'article Harmon et Julesz, 1973	52

Extrait de planche du dessin de la façade intérieur : Phase exécution	75
Extrait du portfolio de Catherina Tiazzoldi	43
FRAC Centre, Orléans, France, Jakob + Macfarlane, 2011. Photos : Nicolas Borel et Roland Halbe	85
Frog Queen, Graz, Autriche, Splitterwerk, 2009_Photos : Nikolaos Zachariadis	40
Frog Queen, Graz, Autriche, Splitterwerk, 2009. Photos : Nikolaos Zachariadis	62
Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975	19
Gala nue regardant la mer qui à 18 mètres apparaît le président Lincoln, Salvador Dalí, 1975	52
Gare CEVA, Genève, Suisse, Jean Nouvel, 2004-2020	78
Illy shop, Turin, Caterina Tiazzoldi, 2011	43
Interface de l'apple Lisa, 1979	4
Jacob Hashimoto, géant de gaz, 2013, du site d'installation spécifique, Fondazione Querini Stampalia – Venise, Courtesy Studio la Città – Vérone © Michele Alberto Sereni	22
Logo du magazine en ligne « pixel création »	35
Logos en rapport avec des organisations qui traitent du numérique	36
Logo su site « Geek »	37
Mosaïque romaine de Volubilis, Scène de chasse figurant sur une mosaïque du site archéologique de Volubilis, au Maroc (fin Ier s. av. J.-C.-IIIe s. apr. J.-C.)	15
MR House, Pomponne, France, Emmanuelle Marin Trottin & David Trottin architectes, 2001	69
Paul Signac Notre Dame de la Garde, 1905	16
PixALL, mosaïque collection, Sicis, 2009	17
Principe de fonctionnement _ D'A Archi, 2016 n°246 « un écran animé en brique » p94-95	81
Reffet du soleil sur la mer.	60
Représentation d'un voxel entier (à gauche) et tranché (à droite)	42
Résultat d'expérimentation d'un automate cellulaire	64
Riva, Split, Croatie, 3LHD Architects, 2007	29
Schéma formule acuité visuelle : exemple Wooden Mirror	55
Schéma formule acuité visuelle	14
Señiorita, KAN, 2014, 97 X 146 cm	16
Social Cave, Caterina Tiazzoldi, 2011	37
Spectacle «Pixel», CCN de Créteil et du Val-de-Marne, 2014	35
Tool box, Caterina Tiazzoldi, 2010	37
tour Agbar, Barcelone, Espagne, Jean Nouvel, 1999-2005	84
Tour Agbar, Barcelone, Espagne, Jean Nouvel, 1999-2005	64
Wooden Mirror, bitforms gallery, Daniel Rozin, 1999	54
Zoom sur image, «Actif / Passif»	11

Pixel Architecture

L'apparition d'une culture numérique a engendré des évolutions dans la langue française. De nouveaux mots ont trouvé leur place dans les dictionnaires. La conception d'architecture est une activité qui cherche sans cesse de nouvelles références sur lesquelles s'appuyer. Ce vocabulaire numérique, dont certains mots sont devenus communs, ont été des sources d'innovation en architecture. Le pixel est un de ces mots.

Le projet de cette recherche est d'établir quelles transpositions les architectes ont réalisé pour passer du pixel à un projet d'architecture? Et quels potentiels ont-ils vu à travers le pixel pour concevoir? C'est entre autres à partir de la définition de l'architecte Emanuel Gausua que cette recherche est basée. En effet, d'un côté il existe le pixel passif source de transposition en architecture par des ressemblance formelles, et d'un autre côté le pixel actif, source de transposition en architecture à partir du fonctionnement du pixel.

C'est à partir de la lecture *Le langage des nouveaux média* de Lev Manovich, avec sa théorie de « l'interface culturelle¹ » que la première transposition du pixel en architecture est étudiée dans cette recherche. L'aboutissement des analyses de «Pixel Architecture» m'amènera à ouvrir sur un ouvrage qui questionne l'interface des façades numériques avec l'espace public : *Les nouvelles façades médiatiques*² de Hank Haesler.

¹ Manovich Lev (2001) *Le langage des nouveaux médias*. Traduit de l'anglais en 2010 par Crevier Richard. Édition Les presses du réel. P155-202

² Livre :M. Hank Haesler, Martin Tomitsch, Gernot Tschertou (2012) *New Media Façades – A Global Survey*