L’architecture paramétrique

Expérimentations en architecture numérique

Groupe de Mathilde Bastin
Manon BECHET, Florette DOISY, Priscilla YUNG

ENSA Paris Belleville

Licence 3 - Semestre 5 - 2017-2018

Partie 1 :
Analyse de texte

Ruptures et démesures

CAD

Texte choisi : **Ruptures et démesures de l'architecture non standard à l'ère du numérique : la paramétrisation comme outil de réconciliation**
Adeline STALS, Catherine ELSEN, Sylvie JANCART

Les auteurs

Adeline Stals est une architecte qui a fait la faculté d'Architecture à l'Université de Liège en Belgique où elle fait une thèse sur les modèles et les principes innovants pour la conception architecturale en morphologie non standard. Pour elle, la morphogénèse est importante dans le travail de l'architecte. Elle retrace l'évolution de cette question de la morphogénèse en architecture mais aussi des questions de la forme géométrique contrainte à la forme mécanique et de la nouvelle famille de formes que l'on qualifie de « non standard ». Elle explique qu'avec l'apparition de progrès numériques et de nouveaux modes de conception, la forme se libère sans être vraiment adaptée aux besoins du concepteur : cela crée des ruptures entre la forme et la structure.

Le but de sa thèse est de réévaluer la relation entre l'outil, la forme et le concepteur sous différents angles : empiriques, expérimentaux et cognitifs. Elle veut éclairer les architectes sur le processus de la conception morphologique jusqu'à la mise en œuvre des formes non standard tout en maitrisant le côté spatial, structurel et architectural.

Catherine Elsen est possède un diplôme d'ingénieur civil architecte, elle a elle aussi été à l'Université de Liège en Belgique. Elle est diplômée du CNAM et est chargée de cours à l'Université de Liège.

Sylvie Jancart enseigne quant à elle à la faculté des Sciences Appliquées également à l'Université de Liège en Belgique. Elle est diplômée de l'Université de Namur. Elle écrit un article sur le BIM et la maquette virtuelle, elle le considère comme un outil pédagogique permettant le rapprochement entre les cours d'informatique et l'enseignement d'architecture.

Lexique

Architecture non standard : architecture comprenant toutes les formes libres qui s'affranchie des règles déjà instaurées.

Avant-gardiste : qui expérimente pour innover sans forcément atteindre l'approbation de la société.

Bâtiment iconique : image qu'on utilise comme un symbole.

Cohérence structurelle : reprise des charges (forme) qui correspond à la structure visible.

« Créateur » : fabrique une idée dans sa globalité, de la conception de la forme à la forme elle-même.

Dé-contextualisation : possibilité d'avoir un bâtiment sans aucun contexte ou de l'implanter dans n'importe quel contexte historique ou social.

Démesure : sans limite, la taille n'est pas forcément adaptée.

Expérimentation : essai par de la pratique.

Formes « libres » ou freeform : formes qui se libèrent de la conception architecturale classique et de la contrainte structurelle à un moment donné.

Formes flexibles : formes qui permettent une évolution.

Liquid : architecture de forme organique fluide.

Blob : forme architecturale organique bombée.

Formes digitales : formes inspirées de l'empreinte.

Géométrie euclidienne : notions de droite, de plan, de longueur.

Innovation : qui fait évoluer les principes ou les règles déjà instaurés.

Maîtrise de la forme : maîtrise du projet mais pas forcément de sa conception.

Modélisation paramétrique : création de formes dont les paramètres sont définis et pouvant

être partagés.

Modernisme : mouvement culturel et architectural du XXème siècle caractérisé par un retour aux formes géométriques pures.
Post-modernisme : mouvement qui apparaît après le modernisme caractérisé par un retour aux références classiques.

Morphologie architecturale : forme architecturale.

Nurbs : élément paramétrique qui permet de définir une forme aléatoire avec des coordonnées mathématiques.

Outils numériques : technologie comprenant les machines et les logiciels de modélisation.

Processus de conception : génération de la forme par des moyens techniques ou expérimentaux.

Processus itératif : qui se répète.

Prototype : projet expérimental de la forme.

Rupture : fragmentation, coupure entre deux éléments.

Tectonique : qui se rapporte à la structure ou à l'art architectural.

Extraits

« Différents projets architecturaux désormais réalisés nous poussent à considérer l'outil numérique comme un des nouveaux leviers de l'innovation en matière de morphologie architecturale. »

« L'ordinateur, s'il vise toujours à améliorer l'articulation entre la conception et la réalisation, laisse paradoxalement se créer une distance entre l'image de synthèse du projet et la réalité des techniques constructives. » Picon, 2010

« Les techniques expérimentales d'auto-génération de formes [...] exigeaient que l'architecte abandonne volontairement son rôle de « créateur » pour se soumettre au comportement de modèles empiriques. » Drew, 1976

« Les ordinateurs n'imposent pas eux mêmes des formes, pas plus qu'ils ne renvoient à des préférences esthétiques. On peut aussi bien concevoir des boîtes que des surfaces plissées au moyen des ordinateurs. » Mario Carpo, 1993

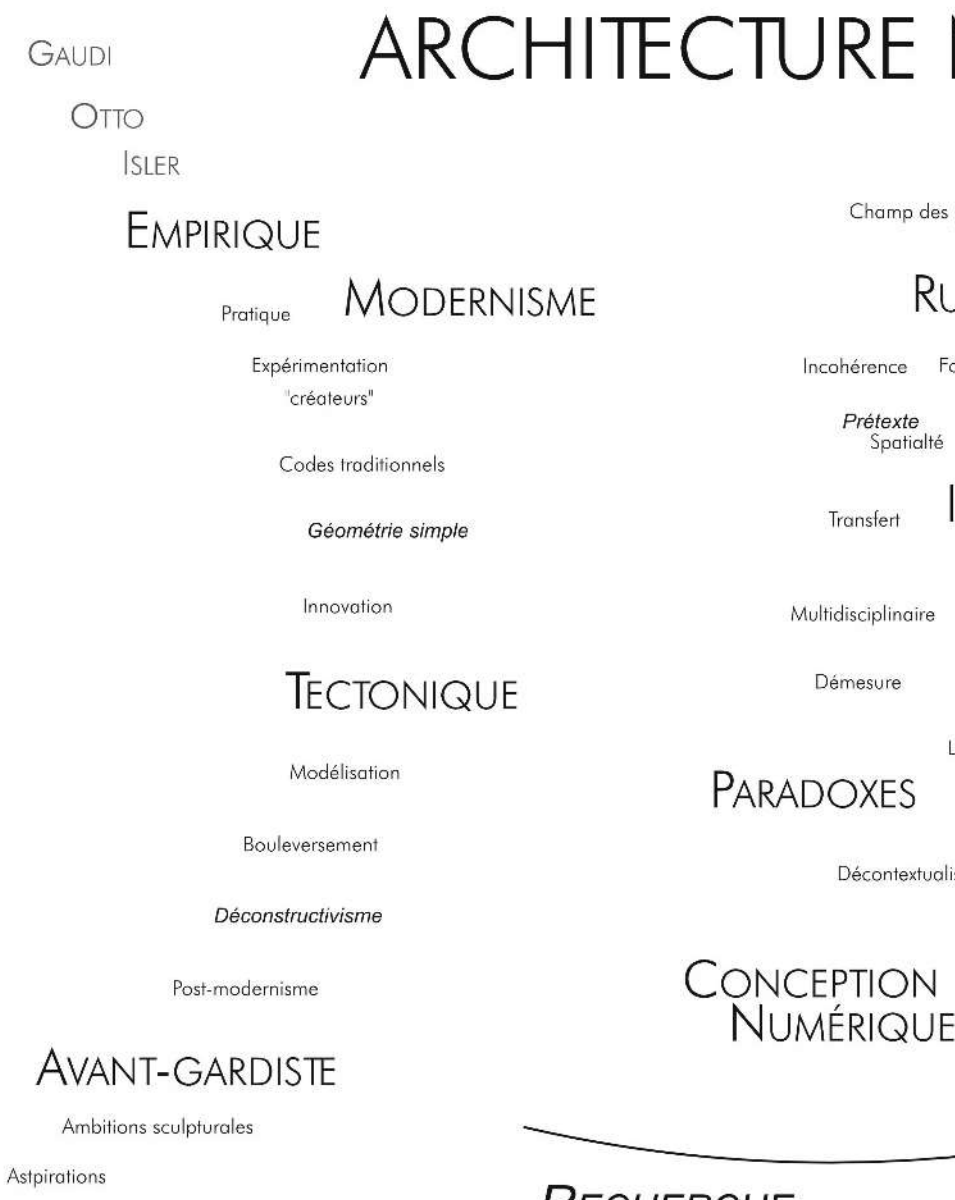
Synthèse du texte

A l'arrivée du numérique, l'ordinateur est d'abord un outil de réalisation. Mais peu à peu on entre dans la conception, ce qui mène à de nouvelles formes architecturales que l'auteur appelle architecture non-standard. Elle présente les trois ruptures majeures qui découlent de l'émergence de cette nouvelle architecture.

La première rupture est une incohérence entre la forme et la structure, le numérique aurait tendance à favoriser la forme plutôt que la structure. La deuxième concerne la nécessité d'avoir des compétences spécifiques pour maîtriser l'outil numérique, il y a aussi des problèmes de communication entre les acteurs du projet liés à l'émergence d'un nouveau langage. Enfin la troisième s'axe plus sur une rupture au niveau de l'échelle et de la tectonique du projet, l'architecte priviligie le projet en l'écartant du contexte, élément normalement important dans un processus de conception.

L'auteur va proposer une solution à ces trois ruptures : l'approche paramétrique. Pour elle, c'est un outil de conception qui permet de retrouver une certaine cohérence entre la phase de conception et la phase de réalisation. Il permet, entre-autre, de maîtriser le processus de génération de la forme et la forme elle-même. Cependant, certains architectes craignent encore le « lâcher prise » venant de l'autonomie de cet outil paramétrique.

Nuage de mots



NON-STANDARD

possibles

UPTURES

rme Structure

Complexité

CONES

GHERY

FOA

FUKSAS

aisser-aller

sation

Compréhension

PARAMÉTRIQUE

Paramétrisation

Lacher-prise

Contrôle

Mathématique

Virtuel

Nouveaux modèles

Forme libre

SENS

Choix

Réflexion

Démarche

Outil

Rigueur

MAÎTRISE

Information

Communication

Interfaces

Informatique

Compétence

"Ce n'est pas parce qu'on peut que l'on doit"

Cohérence

R LA FORME

Partie 2 :
Travail personnel

L’architecture paramétrique

Introduction

L'architecture non-standard devient aujourd'hui plus ordinaire. Les projets d'échelle démesurée s'accumulent mais les programmes souvent se ressemblent. Comme toujours l'architecture inédite détonne. On définira l'architecture inédite comme de l'architecture que nous n'avons pas l'habitude de voir à la période où elle est créée.

A l'ère du numérique, où la paramétrisation assiste tous les programmes, l'outil paramétrique se propose comme une solution à l'inédit : on définit un élément grâce à « une équation algébrique dans laquelle au moins un des coefficients dépend d'un paramètre » (Larousse). La paramétrisation en architecture est une approche innovante qui permet de générer des formes dépendant de données préalablement définies, de type environnemental, acoustique, structurel, social, matériel, urbain…

Comment les paramètres interviennent dans la conception de la forme d'un bâtiment ? Comment le bâtiment répond aux paramètres ?

Nous étudierons dans une première partie l'influence des paramètres vitaux sur la forme. En deuxième lieu, nous verrons que le concepteur ajoute des paramètres qui modifient la forme initiale. Finalement, nous parlerons de l'évolution du paramètre au cours de la vie du bâtiment, jusqu'à son obsolescence. Grâce au paramètre l'obsolescence pourrait-elle être indéfiniment repoussée ?

Paramètres vitaux

La forme est générée par les paramètres dont nous avons besoin, l'architecte les prend en compte pour la conception de son bâtiment. Mais lorsqu'il les rentre dans la machine, ne perdrait-il pas le contrôle sur la conception de cette forme qu'il a préalablement pensée ?

Prenons pour exemple l'enclos pour les éléphants du zoo de Zurich de Schietsc et Eugster. Les paramètres indispensables à la conception de celui-ci sont par exemple la hauteur, l'environnement naturel (climat, ensoleillement, humidité…). On peut deviner le report des charges et la structure alors qu'il n'y a pas de hiérarchie entre les entrelacs de l'enveloppe. Le reste serait-il un « laisser aller » de l'architecte tel que nous l'avons vu dans le texte Ruptures et Démesures ? Car si les formes sont obtenues grâce à un algorithme dont les paramètres sont définis par l'architecte, il ne peut pas justifier le résultat. Il sait dans quel but il crée cette forme mais pas comment ni pourquoi elle a été générée. Le tout forme ici la reconstitution d'une forêt, l'environnement naturel de l'éléphant. L'architecte ne pourrait pas redessiner son architecture de lui-même.

Les paramètres peuvent aider à la conception. Si on fait appel à la paramétrisation c'est parce que grâce à elle on peut améliorer et aller au-delà des programmes déjà établis. Dans certains cas la paramétrisation n'avait pas été utilisée. Toutes les architectures peuvent être considérées comme paramétriques : dans tous les cas, il y a des données.

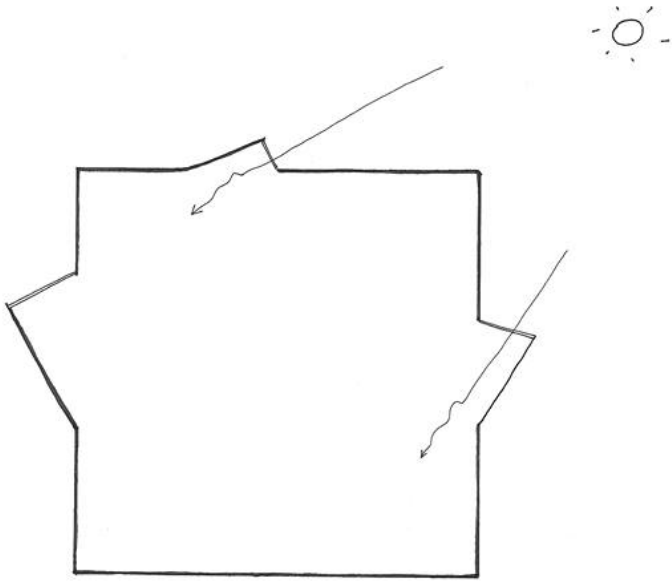
Jusqu'à récemment ces progrès majeurs n'étaient pas dépendants du numérique, encore moins de la paramétrisation. Ils étaient créés laborieusement, au terme d'études longues et d'expérimentations parfois catastrophiques. Par exemple, Gaudi utilisait des cordes accrochées pour générer une forme stable avec une retombée de forces naturelles. Si l'outil numérique vient comme support logique des avancées technologiques

et du progrès, la paramétrisation vient comme solution à créer des architectures extra-terrestres viables et respectant l'environnement humain sur une autre planète, c'est-à-dire l'environnement qui nous est nécessaire pour vivre « normalement » dans un endroit qui ne nous est pas naturellement attribué. L'Homme se retrouve tel un animal dans un zoo, où le climat ne lui ressemble pas. Comment lui permettre de s'habituer à un nouvel environnement ?

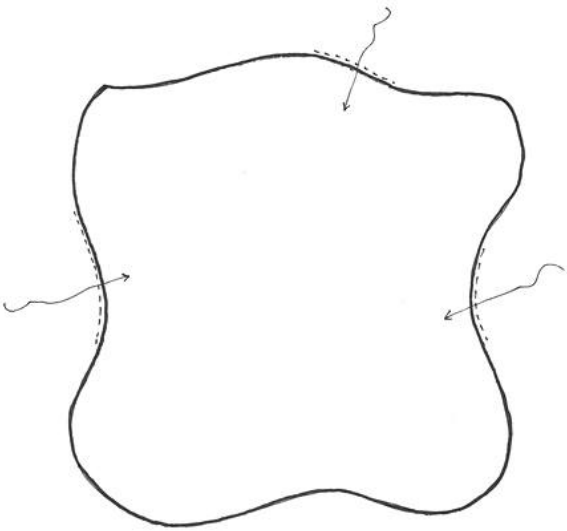
Si l'on considère la même architecture sur Mars. Certains paramètres vitaux se sont modifiés : l'air, la pression, le contexte... La forme de l'architecture se modifie. Si la forme de base était une sphère, elle pourrait s'adapter. L'isolement à l'air ambiant deviendrait primordial. La forme optimiserait désormais peut-être le renouvellement de l'oxygène à l'intérieur.

La NASA cherchant à coloniser la planète Mars lance un concours d'habitations dont la construction sera en 3D dans l'espace. Les contraintes sont différentes que sur Terre donc l'habitation ne ressemblera en rien à une habitation que l'on a l'habitude de voir sur celle-ci. Sur Mars, le contexte est une donnée importante. Toutes les agences répondant à ce concours ont utilisé le numérique pour pouvoir appliquer les paramètres martiens : l'atmosphère, paramètre basique dont on ne se soucie plus sur Terre, par habitude, y est différente (donc la pression); les saisons y sont plus marquées, dû à l'excentricité de l'orbite de la planète ; les matériaux y sont différents.

Tous les paramètres vitaux sont intimement liés à la conception d'une forme initiale. L'outil paramétrique permet une optimisation rapide et sûre de celle-ci. Cependant, l'architecte n'aurait pas un rôle primordial dans la conception. Mais alors pourrait-on parler d'architecture si elle ne prenait pas en compte de paramètres « sensibles » ?



Ou



Paramètres ajoutés

La machine est initialement paramétrée pour répondre à des paramètres instaurés par l'homme. Puis elle en génère une forme. Si on suit une commande avec des paramètres précis, demandés par le client, à quoi sert l'architecte ? La machine ne serait-elle pas maîtresse de la forme ? Si le client est ouvert, l'architecte peut choisir ses propres paramètres. Dans ce cas-là les paramètres définis sont-ils vraiment des paramètres en soi ? S'ils sont invention peut ont les considérer comme paramètres ou simplement comme des ambitions. Paramètres : « Nom donné à certains coefficients, à certaines quantités, autres que la variable ou l'inconnue, en fonction desquels on peut exprimer une proposition ou les solutions d'un problème » (Larousse). Une proposition, une ambition ? D'un côté, les paramètres peuvent répondre à des besoins et trouver des solutions. De l'autre, ils peuvent aussi amener des propositions au-delà des paramètres vitaux.

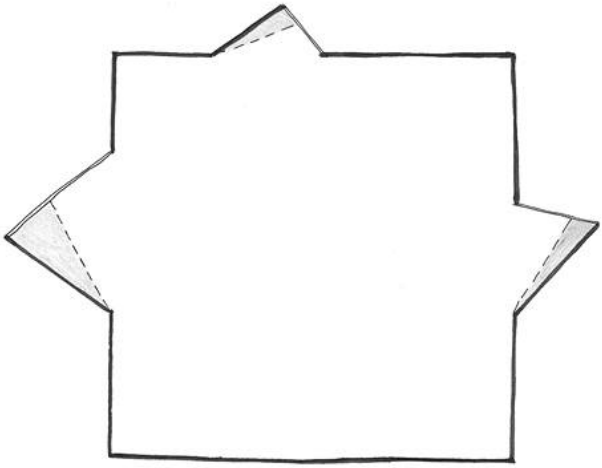
Si on reprend l'exemple de l'enclos des éléphants du zoo de Zurich, il y a certes des paramètres totalement nécessaires à la vie de l'éléphant mais il y a aussi des intentions ajoutées par l'architecte. Pour recréer une ambiance naturelle d'un ombrage particulier, il ajoute des éléments non nécessaires à la structure porteuse.

Les paramètres sont souvent dépendant les uns des autres et c'est pour cette raison que la forme changera en fonction des paramètres. Un rien peut changer toute la forme. Si on prend l'exemple du paramètre de l'économie de matière, il nous amène à créer une courbe. Mais le temps passé à la conception et à la réalisation de celle-ci est modifié et constitue un nouveau paramètre.

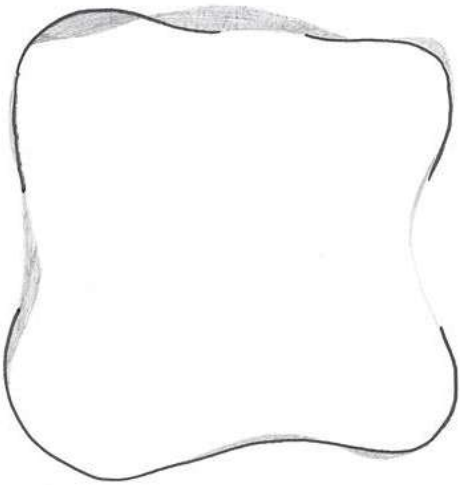
En reprenant l'exemple de l'architecture martienne, les paramètres vitaux sont certes primordiaux mais laissent aussi la place à des

paramètres ajoutés. La Sfero House, une maison martienne, par Fabulous est un projet d'habitation prenant en compte les paramètres de fabrication, l'atmosphère et les rayonnements, et les conditions de vie sur la planète Mars. « The spherical shape has been designed to offer high resistance to Mars' low atmospheric density. » Cette bulle répond à la contrainte de pression par un jeu structurel. Mais la forme comprend les paramètres vitaux et s'arrondit. Avec les paramètres ajoutés, le projet devient une formule mathématique paramétrée qui ensuite s'imprime dans le vide. L'exposition aux rayonnements est nocive pour l'homme. La solution la plus évidente pour la conception de la forme est d'avoir des parois opaques et épaisses qui isolent l'homme de tout rayonnement. Cependant, l'homme ayant l'habitude d'être en contact avec la lumière sur Terre, le projet propose une paroi plus transparente générée par un nouveau paramètre. Tout un monde virtuel devient concret dans cette habitation qui vient fleurir la surface de la planète.

Les paramètres vitaux sont certes nécessaires à la conception du bâtiment mais les paramètres ajoutés donnent une cohérence à l'architecture. Celle-ci peut-elle être prolongée au-delà de la conception et de la réalisation ?



Ou



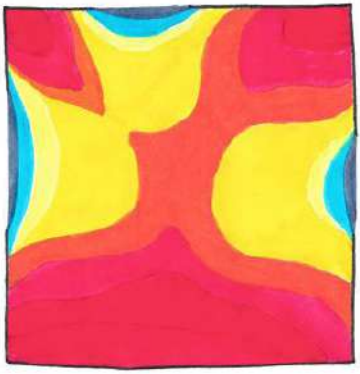
Paramètres évolutifs

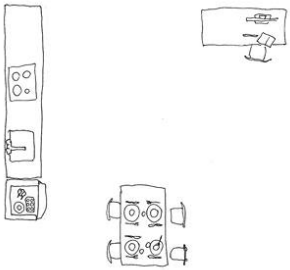
Les paramètres sont définis par nos besoins, ou permettent de répondre à d'autres attentes. Bien que ces paramètres soient pensés au mieux, ils interviennent au moment de la conception donc au début du projet. La paramétrisation permet aussi de voir plus loin, d'accompagner le bâtiment dans son évolution. Mais les paramètres ne sont pas fixes, on peut paramétrer un objet de sorte à ce qu'il réagisse aux paramètres même ultérieurement. En ce sens on peut aussi paramétrer un objet pour qu'il évolue quotidiennement, sans arrêt, un paramètre d'évolution.

Un objet ne pourrait-il pas changer et prendre une forme plus protectrice à la pollution quand celle-ci est plus forte ? Ne pourrait-on pas aussi créer des bâtiments paramétrés pour durer ? Avec des matériaux « immortels », qui perdurent dans le temps ? Existent-t-ils déjà ? Constituent-ils une innovation ? Créer un bâtiment, le paramétrer pour que sa matérialité évolue. Le bâtiment ne pourrait jamais être parfaitement autonome car il nécessiterait toujours l'intervention de l'homme pour remplacer ces matériaux usés. Aujourd'hui, aucun matériau n'est capable d'évoluer par lui-même.

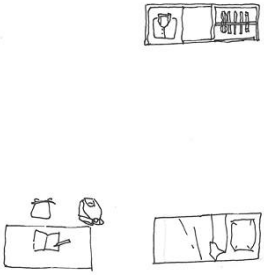
A l'ère où l'on commence à coloniser Mars, ne serait-il pas tant de penser à une matière complètement autonome dans son évolution ? On peut imaginer deux solutions. Premièrement, on pourrait développer le contrôle d'un organisme vivant pour le paramétrer sur le long terme. Le paramétrique permettrait de contrôler l'évolution de l'organisme. Si l'organisme croit il faut définir préalablement les paramètres de contrôle, au début du processus. On pourrait également développer sur la base d'un organisme vivant une nouvelle matière. Celui-ci étant composé de cellules, elles meurent et se reproduisent. Cela permettrait à la matière de se renouveler dans le temps sans l'intervention humaine. Il y aurait à instaurer des paramètres tout au long de la vie de l'organisme. Deuxièmement, on pourrait s'appuyer sur la technique, l'architecture s'imprimerait

par elle-même. On n’aurait alors plus besoin de changer ou de rénover les matériaux. Des imprimantes 3D pourraient être intégrées au bâtiment et continuer à construire l’architecture selon les besoins. Le bâtiment serait alors plus autonome et aurait une espérance de vie bien plus grande.

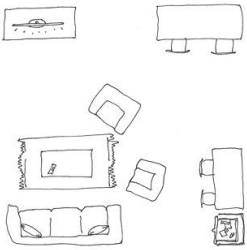




Ou



Ou

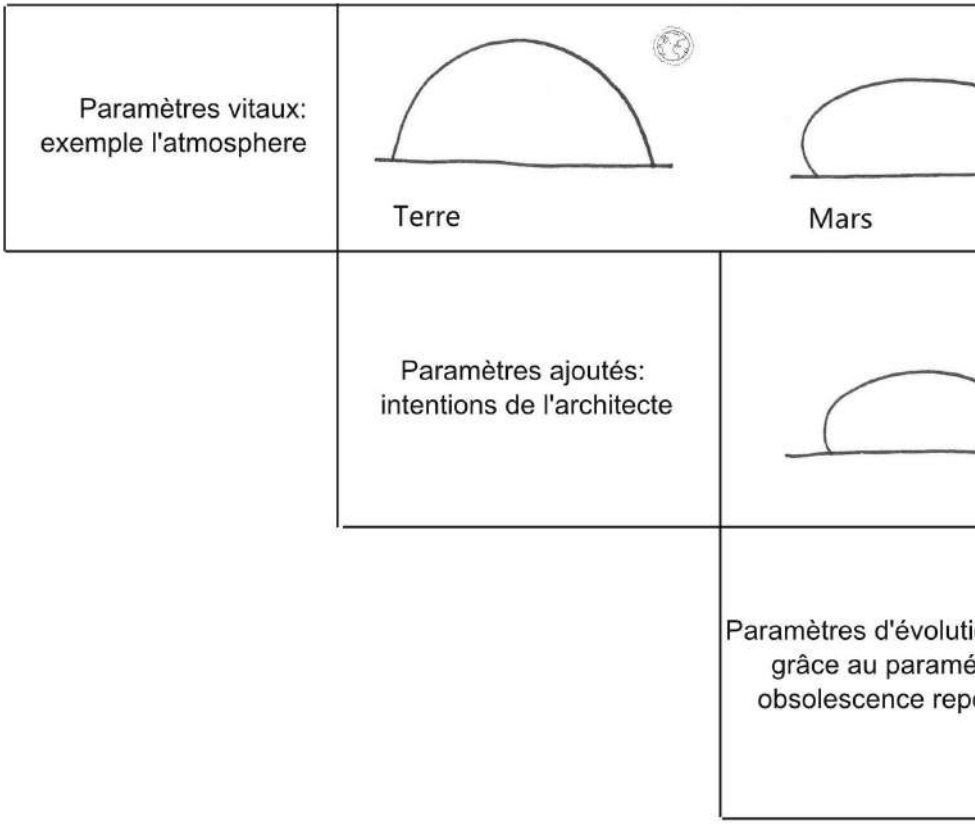


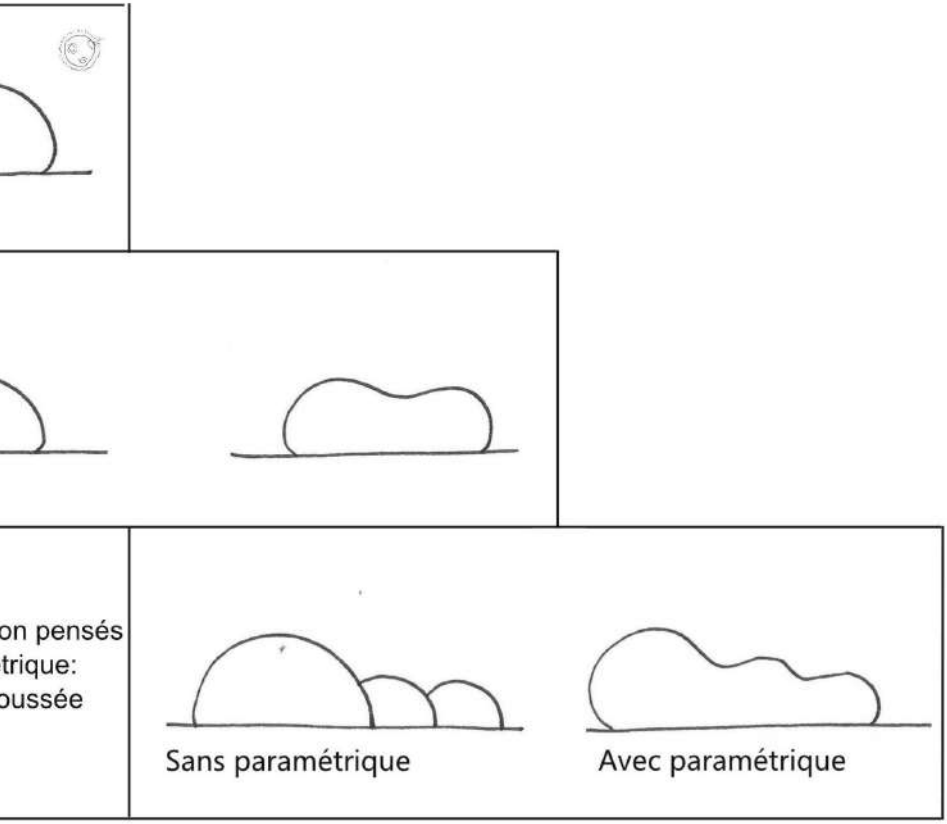
Conclusion

Le design paramétrique de Philippe Rham montre bien l'application des paramètres ajoutés : on veut vivre mieux. Son projet prend en compte le bien-être de l'utilisateur par rapport à la chaleur de la pièce.

Dans le temps, on peut imaginer que la situation de l'utilisateur change, le positionnement des objets peut également bouger selon les possibilités des différentes zones. La température est optimale dans l'habitation et les variations permettent un aménagement plus adapté.

Cela illustre bien notre propos : le paramétrique permet une optimisation de l'architecture en terme de besoins. On peut si on veut y ajouter des paramètres personnels pour en améliorer la qualité architecturale. Enfin, on peut concevoir des paramètres qui évolueront avec le batiment pour en prolonger la durée de pratique.


Paramètres vitaux:
exemple l'atmosphere
Terre
Mars
Paramètres ajoutés:
intentions de l'architecte
Paramètres d'évoluti
grâce au paramé
obsolescence rep


on pensés
trique:
oussée
Sans paramétrique
Avec paramétrique

Bibliographie

Une canopée en dentelle de bois à la complexité entièrement maîtrisée
Les cahiers techniques du bâtiment n°336, octobre 2014

In Progress : Elephant House / Foster + Partners
archdaily, le 28/05/2008
www.archdaily.com/1323/in-progress-elephant-house-foster-partners

BIG Designs Yin-Yang Shaped Panda Enclosure for the Copenhagen Zoo
archdaily, Patrick Lynch, le 27/03/2017
www.archdaily.com/867991/bigs-designs-yin-yang-shaped-panda-enclosure-for-the-copenhagen-zoo

Perth Zoo Orang-utan Exhibit / iredale pedersen hook architects
archdaily, le 07/07/2015
www.archdaily.com/769675/perth-zoo-orang-utan-exhibit-iredale-pedersen-hook-architects

Fondation Luma à Arles: l'utopie Maja Hoffmann
L'Express, Lydia Bacrie et Sylvie Wolff, le 24/06/2017
www.lexpress.fr/culture/art/fondation-luma-a-arles-l-utopie-maja-hoffmann_1920570.html

Fondation Luma à Arles: la nouvelle folie de Frank Gehry
L'Express, Louise Prothery, le 25/06/2017
www.lexpress.fr/culture/art/fondation-luma-a-arles-la-nouvelle-folie-de-frank-gehry_1920804.html

3D-printed bubble house proposed for living on Mars
Dezeen, Emma Tucker, le 11/09/2015
www.dezeen.com/2015/09/11/fabulous-double-domed-3d-printed-sfero-bubble-house-mars-red-planet

Vivre sur Mars dans un habitat en impression 3D avec le projet français SFERO
Fabulous, Arnault Coulet, le 04/09/2015
www.fabulous.com.co/blog/vivre-sur-mars-dans-un-habitat-en-impression-3d-avec-le-projet-francais-sfero/

Mars Analog and the technology applied to production of simple and selfbuild structures
Luciana Tenorio
www.uia2017seoul.org/P/papers/Abstract/Design_Works/Oral/DW1-11/O-0063.pdf

Vers une architecture météorologique ?
Complexitys_com, Francesco Cingolani, le 25/03/2013
complexitys.com/english/art-en/architecture-meteorologique/#.WgiD1mjWxPZ