



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de
master en Architecture

Option : Architecture et environnement

Thème :

ARCHITECTURE ET LOGICIEL

**LE PROCESSUS NUMÉRIQUE PARAMÉTRIQUE ET LA
CONCEPTION HUMANAIRE**

(Modélisation des abris et camps des réfugiés)

Elaboré par :
AOUABDIA Med Ramzi
MEBARKA Djelal

Encadré par :
Dr : MANSOURI Saddek

Soutenu devant le jury

01-
02-
03-

Président
Rapporteur
Examineur

Année universitaire 2016/2017

Dédicace

Nous dédions Ce modeste travail

À nos chers parents

À nos chers frères

ET à toute la famille

Remerciements

« Louange à l'unique Dieu, Lumière des cieux et de la terre, qui aide et qui guide »

Nous devons remercier tout d'abord « ALLAH » le tout puissant, qui nous a donné la puissance, la volonté ET la patience pour élaborer Ce travail

Nos remerciements les plus sincères à nos encadreur de mémoire docteur MANSOURI saddek pour sa disponibilité, ses contributions, ses orientations précieuses et sa compréhension tout le long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier vivement messieurs les membres de jury d'accepter examiner ET évaluer Ce modeste travail.

Nous souhaitons remercier nos parents et nos frères pour leur compréhension, leur soutien moral et leurs aides et sacrifices infinis, tout le long de mes années d'études.

Nous adressons nos vifs remerciements et reconnaissances à ceux qui m'ont aidé et supporté, de prêt ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Merci à tous. Ce modeste travail de recherche n'aurait abouti sans votre aide, et vos généreuses contributions.

Dédicace

Remerciements

Sommaire

Les abréviations	6
CHAPITRE I: INTRODUCTIF	7
1- Introduction general	8
2- Développement d’abris d’urgence et camps de réfugiés	13
3- Concepts de la recherché	20
3-1- La conception paramétrique	20
3-2- La conception générative.....	20
3-3- La relation entre la conception paramétrique generative et champ humanitaire	21
4- Problématique	22
5- Délimitation du champ de recherche.....	23
6- Hypothèse de la recherche.....	23
7- Objectif de la recherche	24
8- Méthodologie de la recherche.....	25
9- Structure de mémoire	25
CHAPITRE II: ETAT DE L’ART	
TYPOLOGIE ET PROPRIÉTÉS DES ABRIS ET CAMPS DES RÉFUGIÉS	26
1- Introduction	27
2- Les abris.....	27
2-1- Définition des abris	27
2-2 Les types de l’abri	27
2-2-1 Abri d'urgence (Emergency)	28
2-2-2 Abri de transition (Temporary et Transitional)	28
2-2-3 Abri progressif (Progressive)	28
2-2-4 Abri de base (Core)	28
2-3 Les propriétés de l’abri	30
2-4 L’organisation modulaire des abris.....	30
3- Les camps	32
3-1 Définition des camps	32
3-2 Les types des camps.....	32
3-2-1 Centres collectifs	32
3-2-2 Camps autonomes	32
3-2-3 Camps planifiés	32
3-3 Les propriétés des camps.....	33
3-4 L’organisation modulaire des camps	34

CHAPITRE III: RETENU DE TRAVAUX SIMILAIRES	35
1- Au niveau des abris.....	36
2- Au niveau des camps (projets urbains)	42
3- Conclusion.....	44
CHAPITRE VI: MODELISATION PARAMÉTRIQUE.....	45
1- Méthode de recherche	46
1-1- La première partie: L'abri	46
1-2- La deuxième partie: Le camp	47
2- L'algorithme generateur et leur implementation	47
3- Propositions.....	47
3-1- Justification	47
3-2- Identification des parametres	48
3-3- Les paramètres.....	48
3-3-1- Variables contextuelles.....	49
3-3-2- Variables Climatiques.....	50
3-3-3- Variables physiques de l'abri	51
3-3-4- Variables physiques du camp	53
3-4- Les opportunités du paramétrage dans le design des abris et camps	54
4- Le choix du logiciel	54
5- développement d'abris.....	56
5-1- Parametres retenus dans le processus de conception de l'abri.....	57
5-2- Le processus de conception de l'abri	60
6- Développement du camp.....	68
6-1- Parametres retenus dans le processus de conception du camp	68
6-2- Le processus de conception des camps	70
7- Expérimentations et discussion.....	75
8- Conclusion.....	76
9- Difficultés et limites.....	77
Liste des figures	78
Liste des tableaux.....	80
Bibliographie	81
Résumé	81
Abstract	84
ملخص	85

Les abréviations

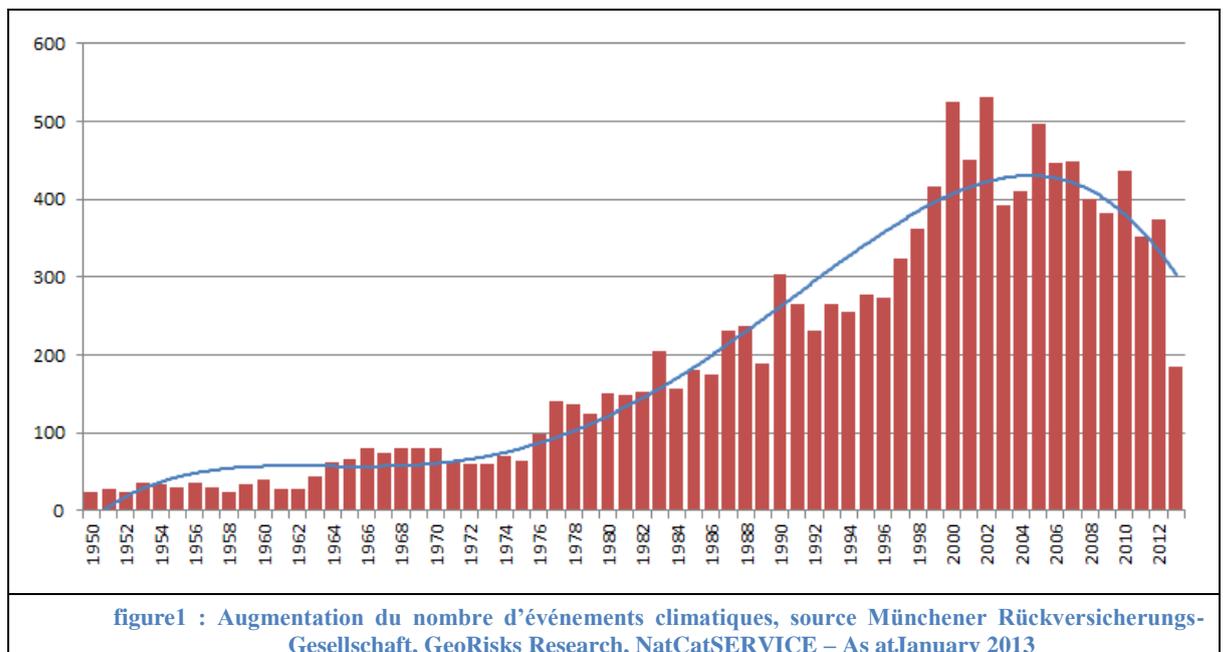
CHF	: Cooperative Housing Foundation (Global Communities)
CICR	: Comité International de la Croix Rouge
IFCR	: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
MSF	: Médecins sans Frontières
UNHCR	: United Nations High Commissioner for Refugees
UNDP	: United Nations Development Programme
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
NRC	: Norwegian Refugee Council
E-Shelter	: « Emergency Shelter » Abris d'urgence immédiate.
T-Shelter	: « Transitional / Temporary » Abri transitoire ou transitionnel.
P-Shelter	: « Progressive shelter » Abri progressif.
ONG	: Organisation non gouvernementale.
ONU	: Organisation des Nations Unies.
(I)RC	: (International) « Red Cross » Croix Rouge.
NU	: Les Nations Unies.
CAO	: Conception assistée par ordinateur.
MAP-CRAI	: Modèles et simulations pour l'Architecture et le Patrimoine – Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie.
NFIP	: National Flood Insurance Program.
BOQ	: Bill of quantities (cahier de charge).
GIS	: Geographical Positioning System.
BIM	: Building Information Modelling.
CNC fabrication	: Computer numerically controlled fabrication.
GA	: Genetic algorithm.
RC-SRU	: Red Cross, Shelter Research Unit.

CHAPITRE I: INTRODUCTIF

1- Introduction general

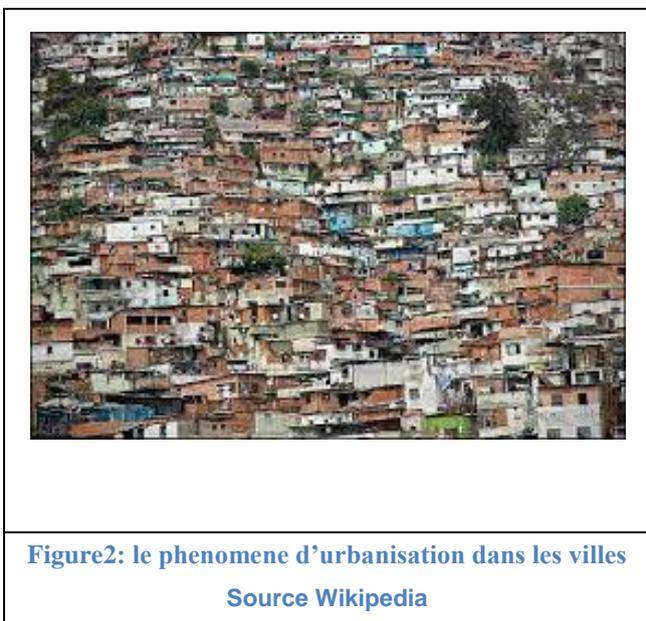
À l'heure actuelle, le monde est confronté à des problèmes majeurs et récurrents concernant le besoin de logements. De nombreux facteurs liés à la nature et ou aux activités humaines jouent un rôle négatif dans l'augmentation des risques autour du logement. En 1992, l'ONU a élaboré «Agenda 21», qui note que « l'accès à un logement sûr et sain est essentiel à l'intégrité physique, le bien-être psychologique, social et économique d'une personne et devrait être un élément fondamental de l'action nationale et internationale» (ONU, 1992). Plusieurs organisations et projets au sein du domaine de l'architecture d'urgence ont apporté des initiatives et des améliorations dans les bidonvilles. Le risque de catastrophe au niveau mondial est en augmentation, l'accroissement de la population, la destruction de l'environnement, le changement climatique et l'urbanisation rapide mettent en danger la vie humaine et accroissent le besoin de logements.

D'abord, la terre fait face à des phénomènes climatiques extrêmes, notamment liés à des changements météorologiques qui déclenchent une augmentation des catastrophes naturelles. Il faut noter que le nombre des catastrophes augmente chaque année (figure 1). En 2012, 902 événements catastrophiques ont été dénombrés alors qu'en 2050 le nombre de personnes touchées par les catastrophes naturelles devrait atteindre 200 millions¹.



¹ Environmental Justice Foundation, *No Place Like Home: Where Next for Climate Refugees?*, Londres, 2009,

En même temps, on connaît une augmentation de la population qui devrait atteindre 9 milliards d'individus en 2050², alors que plus de la moitié de la population mondiale vit dans un contexte urbain en 2015. L'urbanisation rapide dans les villes des pays en développement génère des difficultés à fournir les services et infrastructures de base à



cette population importante de nouveaux citoyens (fig.2). Ainsi, la croissance de la population qui vit dans un contexte urbain se poursuit et devrait atteindre 70% d'ici 2050.

En particulier les milieux urbains pauvres sont les plus vulnérables aux catastrophes. En outre, un grand nombre de méga-villes³ sont situées dans des emplacements soumis à des risques de catastrophes naturelles⁴.

De plus des populations qui souffrent de conflits politiques et de guerres partout dans le monde, auront à gérer des situations de crise et de catastrophes (fig. 3). L'instabilité politique est en augmentation. Ceci force des populations à quitter leurs pays d'origine ou bien leurs maisons et à s'installer dans des autres endroits. Le nombre de réfugiés en 2013 a atteint les 51 millions d'individus.

Ces principales catastrophes et crises mondiales ont des impacts destructifs sur les populations, l'environnement et l'économie. Plus de 15 milliards de Dollars US⁵ ont été dépensés dans la période entre Juillet 2009 et Juin 2010.

Ces nombreux facteurs créent une demande accrue et croissante de logements pour des réponses rapides, efficaces, durables et environnementales aux catastrophes. Les organisations nationales et internationales interviennent pour répondre aux besoins des déplacés⁶.

² D'après le Centre d'Actualité des Nations Unies

³ Les villes avec les populations de plus de 10 millions

⁴ D'après la IRIN Humanitarian news and analysis "a service of the UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs", Cities: A helping hand for Urban poor. www.irinnews.org

⁵ Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, Annual Report 2010

⁶ Les gens qui ont été obligés à quitter leurs maisons suite à des situations de crise.

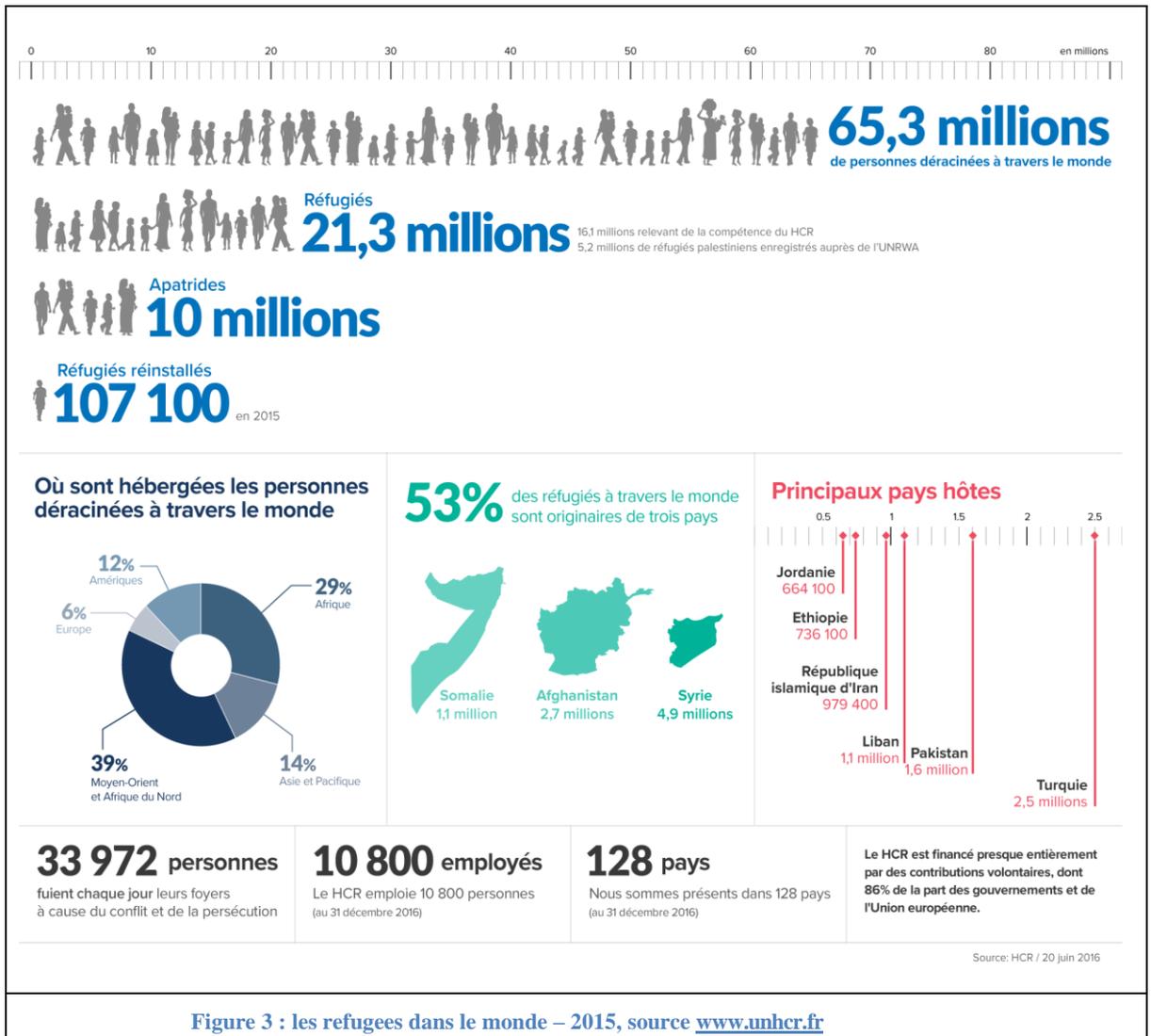
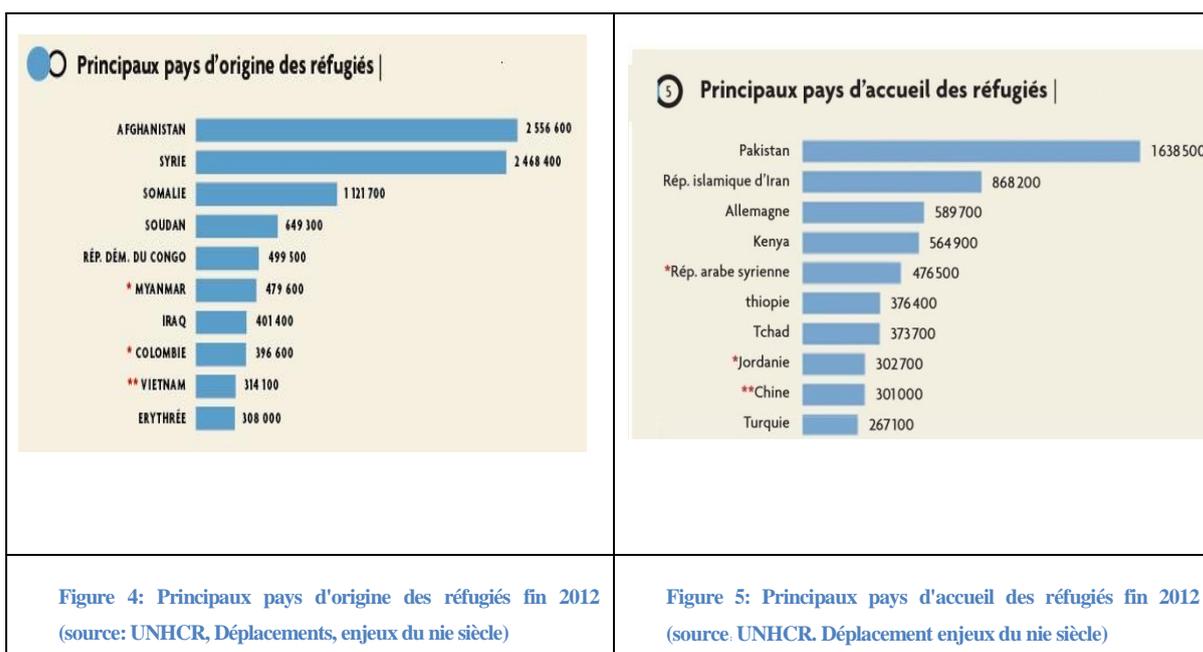


Figure 3 : les refuges dans le monde – 2015, source www.unhcr.fr

Des réfugiés climatiques toujours plus nombreux

Les catastrophes naturelles ont obligé plus de 32, 4 millions de personnes à se déplacer en 2012 ouragans, cyclones, typhons, tsunamis, inondations, sécheresses... Le NRC (Norwegian Refugee Council) a établi une cartographie des déplacements de populations. Au cours des cinq dernières années, nous pouvons constater que l'Asie a vu 81% des déplacements, et que les cinq pays les plus touchés sont la Chine, l'Inde, le Pakistan, les Philippines et le Nigéria (fig. 4et 5). Les catastrophes naturelles touchent surtout les pays pauvres, mais également les pays riches, cependant la gestion des réfugiés climatiques est fonction des moyens : lors de l'ouragan Sandy qui a provoqué l'évacuation de 776.000 personnes aux Etats-Unis, la plupart des personnes déplacées ont pu trouver refuge dans un abri temporaire adéquat avec un certain niveau de confort. Le NRC s'attend à un accroissement de la fréquence des évènements climatiques, à mesure de l'aggravation du réchauffement climatique qui touche la planète.



Des millions de réfugiés issus de guerres et conflits

On dénombre aujourd'hui plus de 45 millions de personnes déracinées dans le monde en raison de persécutions, de conflits ou de violations des droits de l'homme.

L'UNHCR distingue réfugiés et personnes déplacées. Il définit les personnes déplacées comme des personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays, et les réfugiés comme des personnes qui ont fui leur foyer et franchi une frontière internationale pour échapper à la persécution ou au conflits.

L'Agence des Nations Unies donnent les chiffres suivants' :

- 10,5 millions de réfugiés dans le monde en 2012⁷
- 4,9 millions de réfugiés pris en charge en Palestine dans le Proche-Orient en 2012⁷
- 28,8 millions de personnes déplacées dans le monde en 2009⁸, dont 17,7 millions bénéficiant de la protection de l'UNHCR.
- 10 millions d'apatrides (3,3 millions selon les statistiques officielles)
- 1 million de demandeurs d'asile.

⁷Chiffres 2012 (source : winv.unhcr.fr)

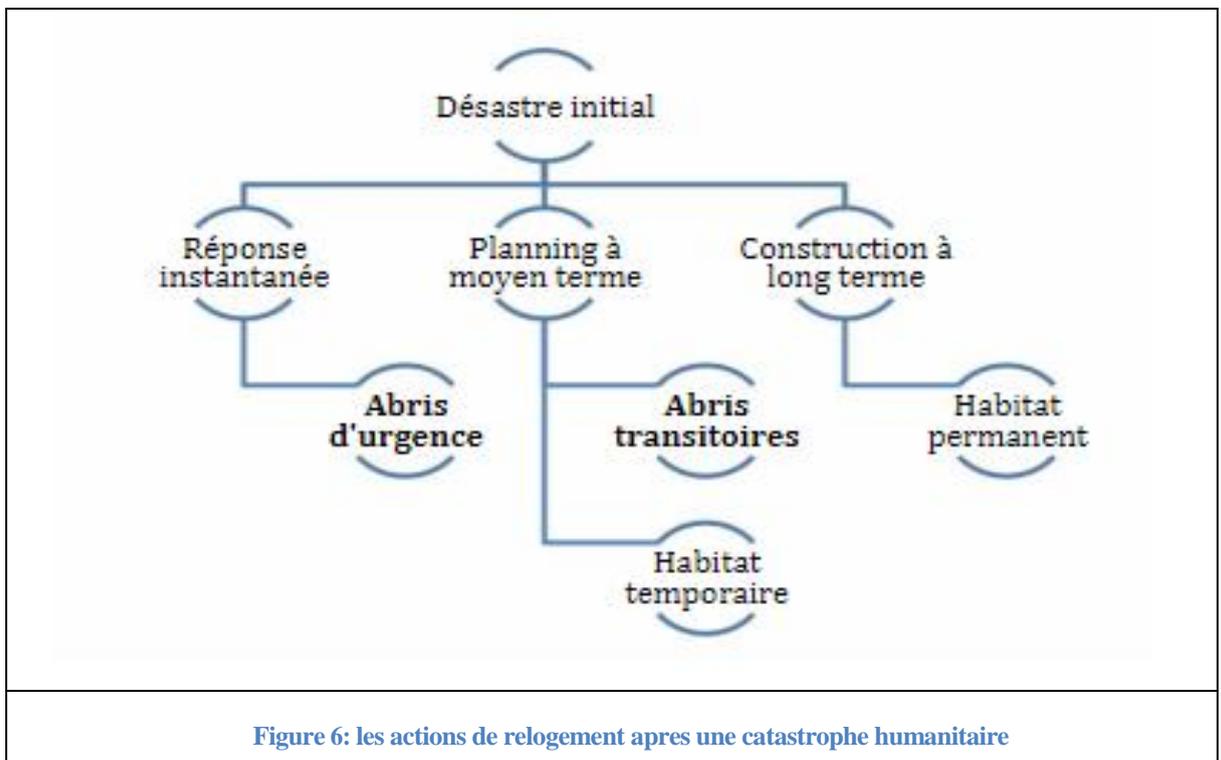
Nombre de personnes relevant de la compétence de l'UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees)

I Nombre de personnes relevant de la compétence du UNRWA (United Nations Relief and Works Agency*), organisme

⁸Chiffres publiés en 2009 par le Centre de surveillance des déplacements internes (IDMC) (source : winv.unhcr.fr)

Après une catastrophe humanitaire, trois actions vont se mettre en place pour répondre au besoin de logement (fig:6) : une réponse instantanée va mettre en place des camps constitués d'abris d'urgence dans les délais les plus courts possibles, une réponse à moyen terme va collaborer avec les réfugiés pour mettre en place des abris transitoires (pour les camps de réfugiés ou déplacés suite à des conflits) ou des habitats temporaires (dans le cas de futur reconstruction pour les réfugiés climatiques) ; et enfin la réponse à long terme travaille sur des habitats permanents pour de la reconstruction (hors des camps).

Alors que les pertes physiques deviennent de plus en plus importantes, et que les catastrophes augmentent avec le temps, il est devenu primordial de répondre aux besoins de logement qui se créent. Ainsi, la prévision et l'anticipation des solutions à implémenter sont devenues des éléments très importants dans le développement durable de la reconstruction.



2- Développement d'abris d'urgence et camps de réfugiés

Les réponses informelles⁹ suite aux catastrophes reposent principalement sur des savoir-faire de la population locale. Elles n'ont souvent que peu de qualités urbaines (organisation des abris, des services) ou de qualités spatiales nécessaires pour fournir des conditions de vie dignes. D'autre part, le secteur des organisations « formalisées »¹⁰ produit des solutions urbaines « monotones » basées sur des considérations logistiques, et sur le concept d'une production en

masse pour répondre à des besoins d'urgence. Bien qu'offrant tout de même ce qui est nécessaire pour la vie humaine, ce secteur ne répond aucunement à la personnalisation des abris. Les gouvernements, les habitants ainsi que les organisations humanitaires n'investissent pas forcément de manière appropriée aux besoins pour venir en aide aux populations à reloger. Cela se traduit par des camps d'urgence qui se transforment fréquemment en bidonvilles. Il faut noter que la durée de vie de ces camps dits « d'urgence » est un facteur important à

prendre en considération et qui peut atteindre jusqu'à 17 ans¹¹.



Figure 7 : Destruction suite à une catastrophe naturelle source :Ben SCHILLER winv.fastcoesistcom

⁹ Secteur local, population locale

¹⁰ Organisations nationales, gouvernementales et internationales

¹¹ D'après l'INNEE, un réseau national pour l'éducation en cas d'urgence. <http://www.ineesite.org/fr/>

D'autre part, l'intervention d'architectes dans ces contextes est limitée. Cela est dû à leurs frais qui peuvent être élevées, ainsi qu'au temps nécessaire pour concevoir des solutions convenables pour chaque situation en prenant en compte tous les facteurs qui peuvent affecter la conception.

L'intervention de l'urbaniste est aussi réduite par les experts des organisations non gouvernementales qui se basent sur des savoir-faire d'ordre logistiques et des expériences passées pour des situations similaires.

L'urbanisation en cours, la pauvreté, les guerres et les catastrophes naturelles sont à l'origine de la définition de notre problème de la recherche. En outre le besoin qui résulte des problèmes cités forme la base de ce travail. La définition du problème aidera à se concentrer sur les solutions architecturales spécifiques, à comprendre les solutions à proposer et les conditions à prendre en considération pour un meilleur apport dans le domaine de la conception humanitaire.

Comme solution, l'intervention architecturale doit être préparée en avance pour les futurs risques accrus (en particulier les catastrophes naturelles). Définie par une vision architecturale, elle doit donc réussir à implémenter les abris nécessaires ainsi que les camps. En outre, vu l'urgence, la proposition doit donc aider dans la prise de décision pour réduire le temps nécessaire à l'intervention. Cela peut permettre de sauver des vies et d'offrir des logements au plus vite aux populations déplacées.

D'autre part, les technologies digitales s'infiltrent dans le domaine d'architecture à travers des différentes approches, tel que le **BIM** (Building Information Management) et la modélisation architecturale paramétrique.

La conception paramétrique est bien établie dans l'ingénierie et imprègne de plus en plus le champ de la conception architecturale. L'intérêt de cette approche est de rendre les objets statiques, itératifs et interactifs. En plus, elle aide les architectes dans la génération des nouvelles formes assez complexes, tout en permettant des modifications. Durant le processus de développement de manière aisée.

Dans cette recherche nous nous sommes intéressés à l'apport de l'architecture paramétrique aux actions humanitaires. Ce travail part du postulat que les contraintes et les exigences dans la conception de l'abri et des camps d'urgence peuvent être reliées à la conception numérique paramétrique à travers des variables. Ceci sera illustré par une liste des paramètres qui traduisent les contraintes définies à la fois à l'échelle des abris et à celle des camps. Ainsi, nous considérons que la modélisation paramétrique réduira le temps requis pour les architectes dans le domaine de conception et de prise de décision optimale du projet.

Tableau 1: Global Village Shelter 6 M / 20 M Par Daniel Ferrara et Mia Pelosi (2004)

source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr

Cette structure d'hébergement "flatpack" est livrée dans le site de catastrophe en plusieurs pièces. Le toit et les paquets de base sont ouverts pour l'assemblage. L'assemblage nécessite la mise en place de deux personnes non formées. L'alternative plus large du refuge peut être utilisée comme clinique médicale ou pour des utilisations communales. L'abri peut être replié pour le transport.

La structure comprend des feuilles de polypropylène recyclables de 13 mm d'épaisseur pouvant durer plus de 5 ans. Une plate-forme supplémentaire est nécessaire. Le matériel localement disponible peut être ajouté à la structure pour l'isolement.

Le refuge peut être associé à d'autres unités semblables pour le regroupement.

L'abri offre une protection contre l'eau, le feu, le vent.



Nombre des personnes	04 personnes – 1p/5.3 m ²
Temp de construction	40 minutes par 04 personnes
Sueface de toit	21m ²
Durabilité	Plus 10 ans

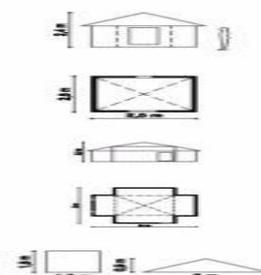


Tableau 2: Paper Log house par Shigeru Ban (1995)

source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr

Paper Tube Structure est le système structurel composé de tubes creux en carton en papier recyclé. Comme il est très léger, la fondation peut être constituée d'une caisse de bière en plastique, d'une pastille de chariot et ainsi de suite. La structure peut être construite par quelques personnes en quelques heures. The Paper Log House est un prototype de base dont la conception et l'échelle peuvent varier en fonction du but, de la situation et du budget.

La protection de l'eau peut se faire par vernissage, et les tubes peuvent être peints avec une peinture ignifuge si nécessaire. Les tubes peuvent également être remplis avec du matériel isolant localement disponible. La structure durera au moins quelques années.



Nombre des personnes

04 personnes – 1p/3.3 m²

Temp de construction

06 heures par 1-20 personnes

Sueface de toit

13m²

Durabilité

Quelques annees

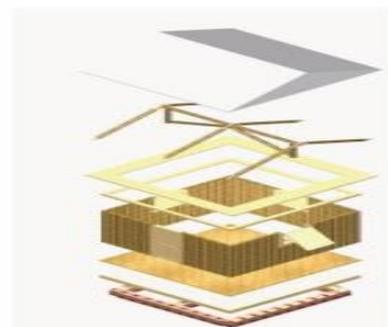
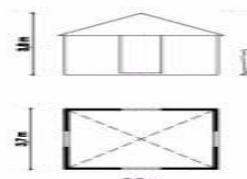


Tableau 3: Zaatari Syrian Refugee Camp Mafraq, Jordanie 2013

SOURCE : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr

Le camp de Zaatari: est un camp de réfugiés situé en Jordanie à l'est de Mafraq, composé de réfugiés syriens fuyant la guerre civile syrienne¹. Ouvert en août 2012, il accueille, en juillet 2013, jusqu'à 200 000 réfugiés, « ce qui en fait la cinquième plus importante ville de Jordanie par sa population ».

En 2015, il s'agit du deuxième plus grand camp au monde, le premier étant situé au Kenya.

Il accueille actuellement environ **79 000** réfugiés de la guerre civile syrienne.



Infrastructure

Zaatari compte **1,310** acres, elle a la capacité de détenir 60 000 réfugiés. La gestion des déchets à Zaatari se compose de la collecte des déchets et la conduite de 50 km pour le décharger. Les tentes sont remplacées par des caravanes.

1. Définissez une hiérarchie dans la grille existante et décidez quelles rues deviennent la grille principale.
2. Assurez-vous que la taille des blocs et des zones dans la grille principale est suffisante pour divers développements futurs et les utilisations des terres.
3. Assurez-vous que la grille principale fonctionnera comme prévu. Avec un espace suffisant pour la circulation. Le stationnement et les transports en commun. Services commerciaux et publics. Dans la grille principale, le profil transversal de la rue devrait être conçu avec soin avec une dimension strictement définie.
4. créer une infrastructure non-terrestre (electricite.sewerage.water) uniquement dans certaines parties de la grille qui correspondent aux tailles de blocs désirées.
5. Réserve les zones adjacentes à la grille principale pour les ajouts futurs. Qui peut être lié à la grille principale

Emplacement	Jordanie
Colonisation	2012
Pays d'origine réfugiée	Syrie
Population totale de réfugiés	79 000 personnes
Résident par abris	6.7 p/abris

Tableau 4: Le « camp de réfugiés de Dadaab ». somalie 1990

SOURCE : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr

Le « camp de réfugiés de Dadaab » est en fait un ensemble de camps situés autour de Dadaab : les camps de Ifo, de Dagahaley, de Hagadera et, depuis 2011, les camps de Kambios, Ifo2 et Ifo3. Ces camps se situent dans une zone d'environ 50 kilomètres carrés dans un rayon de 18 kilomètres autour de Dadaab.



Les trois premiers camps de réfugiés de Dadaab ont été créés au début des années 1990. Les réfugiés de la guerre civile en Somalie se sont d'abord fixés à Ifo où le HCR a créé un camp en septembre 1991. Face à l'accroissement de la population d'Ifo, le HCR supervisa la création du camp de Hagadera, ouvert en mars 1992, et de Dagahaley, ouvert en juin 1992.

La gestion des camps a été assurée depuis leur création par le HCR, avec l'association humanitaire CARE comme principal partenaire. La principale agence chargée de l'alimentation est le Programme alimentaire mondial (PAM). Les problèmes d'environnement de gestion des déchets sont principalement gérés par l'agence de coopération technique allemande pour le développement GTZ. En 2011, 25 organisations humanitaires étaient actives à Dadaab, la coordination de leurs activités étant assurée par le HCR

« La capacité d'accueil initiale des trois camps de Dadaab était de 90 000 personnes », a indiqué Andrej Mahecic, porte-parole du HCR. « Aujourd'hui, plus de 493 000 réfugiés y sont hébergés, avec environ 10 000 d'entre eux qui sont des réfugiés de la troisième génération nés à Dadaab de parents réfugiés eux-mêmes nés sur place. »

Actuellement, la situation à Dadaab est extrêmement difficile. L'enlèvement de trois travailleurs humanitaires l'automne dernier et, plus récemment, le meurtre de deux représentants de réfugiés et de plusieurs policiers kényans ainsi que des menaces contre le personnel humanitaire ont forcé le HCR et ses partenaires à redéfinir leur façon de fournir de l'aide

Emplacement	Kenya
Colonisation	1990
Pays d'origine réfugiée	Somalie
Population totale de réfugiés	près de 500 000 personnes
Résident par abris	4.1p/abris

3- Concepts de la recherche

L'application de la conception de calcul augmente dans l'industrie de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction. La «modélisation paramétrique» reflète les tendances récentes dans la conception informatique de la recherche universitaire ainsi que l'innovation du marché. Il permet aux concepteurs de contrôler la génération d'objets 3D visualisés à partir d'un script ou scénario informatique logique global (Davis et al., 2011). Ils intègrent des formules mathématiques, des contraintes et des fonctions de contrôle pour dériver un modèle géométrique à partir d'une série de données d'entrée par un processus générateur. La caractéristique de cette approche est qu'elle produit plus que la géométrie statique, À savoir un modèle avec une collection de formes primitives (Fernando et al., 2012).

3-1- La conception paramétrique

C'est une nouvelle approche numérique de conception architecturale. Cette approche aide les architectes dans la génération des formes et des géométries assez complexes en exploitant des données qui peuvent être environnementales, structurelles, sociales ou physiques...

L'intérêt d'une telle approche est que tout au long du processus du développement, des relations ou contraintes définissant des objets sont maintenues, ces relations ou paramètres sont sous des aspects physiques reliés aux dimensions, géométries ou sous des aspects qualitatifs reliés aux qualités des objets / matériaux... L'approche paramétrique permet une configuration des éléments prédéfinis facilitant la conception architecturale, cette qualité est la raison pour laquelle cette approche est diffusée au milieu d'architecture et de construction (Burry, 2003).

La diffusion de l'approche numérique dans le milieu architectural est réalisée grâce aux logiciels comme le « Grasshopper » ou le « Dynamo ». Dans cette recherche le logiciel utilisé est le « Grasshopper »

3-2- La conception générative

Les méthodes génératives sont des techniques qui exploitent des paramètres choisis pour aider dans la génération des produits ou solutions rapides (Sener et al., 2009). L'intérêt des aspects génératifs dans les méthodes de conception paramétriques est la rapidité à proposer automatiquement plusieurs solutions variées tout en tenant compte des standards et contraintes déjà définis en avance, et à aider les concepteurs à choisir la solution la plus optimale.

3-3- La relation entre la conception paramétrique generative et champ humanitaire

En cas de catastrophe et de crise, le besoin d'abris est de plus en plus significatif et la conception doit répondre à de multiples contraintes (techniques, sociologiques). Par conséquent, la conception devrait non seulement prendre en compte les paramètres physiques (tels que la surface brute, la hauteur ou la structure), mais aussi les paramètres contextuels et climatiques (par exemple, les conditions du site, la culture des habitants, la tradition, le climat, etc.). Les outils de génération peuvent être la solution optimale pour répondre à ce besoin croissant en mettant en oeuvre différents types de paramètres.

Les contraintes et la nécessité de (re)loger des populations en urgence portent les experts et les organisations à trouver des solutions assez rapides et des innovations dans les réponses. Il faut noter que dans les besoins humanitaires, des centaines de maisons sont produites avec une forme typique mais des tailles différentes en relation avec le nombre des personnes dans chaque logement. L'opportunité d'utiliser l'architecture paramétrique dans les besoins humanitaires est que des paramètres peuvent être développés, construits et testés rapidement.

En plus un système paramétrique peut offrir un outil de support pour les développements des abris et camps et il sera employé pour limiter le coût, notamment des études, mais aussi en maîtrisant finement les quantités de matériaux à trouver sur place ou à faire expédier. (Wendy K. Y, 2011).

4- Problématique

Ce travail étudie la possibilité qu'offre l'architecture paramétrique dans les processus de conception liés à l'action humanitaire. Mais au-delà de ce point, ce travail interroge également la possibilité d'assister les concepteurs (qu'ils soient humanitaires, architectes, militaire...) en mettant en place des contraintes dans la modélisation du projet. Ainsi plus de temps et d'énergie peuvent être consacrés à créer des abris présentant de véritables qualités architecturales (confort, protection à l'environnement, convivialité, prise en compte des habitudes des populations etc.).

C'est dans Ce contexte que se positionne cette recherche. Pour l'heure, l'architecture paramétrique s'infiltré dans le domaine humanitaire mais il n'existe aucune étude qui traite les besoins des déplacés à l'échelle d'un camp, que l'on pourrait qualifier d'espace « urbanisé ».

En effet, la plupart des études connues à ce jour traitent les abris soit de manière individuelle sous des considérations le plus souvent matérielles, technologiques et logistiques, soit de manière collective pour des réponses temporaires. Cependant, sachant que la durée de vie moyenne des abris est de 10 ans alors que les familles peuvent demeurer en moyenne jusqu'à 17 ans dans un camp, il devient primordial de penser le futur espace urbanisé ainsi que tous les services nécessaires. Les camps mal organisés se transforment

souvent en des bidonvilles avec une grande densité de population et des conditions de vie extrêmement dures. Les bidonvilles peuvent créer des problèmes politiques et sociaux d'où l'intérêt de les anticiper par une planification à l'échelle urbaine qui devrait leur permettre une plus grande longévité.

Une problématique essentielle est d'agir directement à l'échelle urbaine du camp après les crises plutôt que d'attendre les périodes calmes ou stables (Corsellis et al., 2005).

D'autre part, la conception industrielle est supportée par des outils de génération informatique qui rendent la production plus rapide et contrôlée. Dans les cas de catastrophes et de crises, le besoin des abris est de plus en plus important et la conception doit répondre à des contraintes multiples (techniques, sociologiques), de tels outils de génération peuvent donc être des solutions optimales pour répondre à ce besoin (Sener et al., 2003).

L'intérêt de ce sujet est ce qu'il porte de personnalisation dans la production de chaque abri tout en bénéficiant de la production en masse. Les bénéficiaires peuvent ainsi explorer des nouvelles techniques de construction et mieux s'approprier les abris.

5- Délimitation du champ de recherche

Le champ de recherche se délimite par l'identification de paramètres pour la modélisation d'un prototype d'abri. Ce prototype est inspiré par les abris conçus par la CR suite à des catastrophes dans plusieurs régions. De plus, une réflexion à l'échelle d'un camp est proposée en utilisant quelques relations identifiées entre les échelles de conception des camps et d'abris.

Les aspects liés aux matériaux de construction ne seront pas pris en compte dans ce travail de recherche. Quant au développement à l'échelle urbaine, il est testé à la fin de la recherche avec seulement quelques prototypes et expérimentations, ceci étant dû au manque de temps.

6- Hypothèse de la recherche

Répondre à ces problématiques, c'est également s'intéresser à « la reconstruction d'une vie ». Cette reconstruction de la vie humaine se fait par la réhabilitation des maisons détruites ou la construction de nouvelles maisons temporaires ou durables, tout en couvrant les aspects anthropologiques¹².

En outre l'usage de la modélisation paramétrique, exploitant des données, des éléments significatifs et des variables d'un contexte particulier, se justifie par sa dimension adaptative et générative. Ce type de modélisation s'appuie sur un processus itératif¹³ et interactif. On peut le diviser en trois grandes étapes :

- (1) la fouille et la préparation des données,
- (2) la modélisation numérique ou paramétrique,
- (3) la génération, l'interprétation et la validation des résultats.

Pour cette étude, il est alors nécessaire de travailler à l'échelle humaine et urbaine et de transposer les éléments identifiés sous forme numérique et algorithmique. Ainsi, cette recherche prend place dans le domaine de la modélisation numérique pour l'architecture et s'applique à des besoins humanitaires dans des situations d'urgence.

¹² Reliée aux sciences humaines (tradition, culture...)

¹³ Fréquent, peut être répété et génératif.

La question posée dans cette recherche porte plus particulièrement sur les *capacités de la modélisation architecturale paramétrique à être utilisée comme un outil d'aide à la décision dans la conception des abris et camps d'urgence comme futurs espaces urbanisés.*

Pour répondre à ce sujet, nous formulons les premières hypothèses suivantes :

- L'architecture paramétrique peut être utilisée comme un outil d'aide à la décision dans la conception des abris et camps d'urgence en cas de crise.
- Les conditions contextuelles et climatiques ont une influence sur les paramètres individuels d'un abri.
- Les paramètres impliqués dans la planification des camps d'urgence à l'échelle urbaine sont en relation avec les paramètres individuels de l'abri.

7- Objectif de la recherche

Les principaux objectifs du travail sont:

- a) Etendre les moyens d'intervention dans le domaine humanitaire pour assurer les besoins d'abri aux populations ainsi que de développer des espaces urbanisés qui aident les gens à mener une vie normale et digne.
- b) Organiser une liste des paramètres qui sont utilisés dans la conception humanitaire et les traduire dans un langage algorithmique, mathématique.
- c) En particulier, étudier l'apport de l'architecture paramétrique pour des besoins humanitaires dans la conception des abris et camps d'urgence.
- d) Aider les organisations à faire en sorte que les constructions réalisées sont conformes aux standards et pratiques agréés au niveau mondial.

8- Méthodologie de la recherche

Ce travail est basé sur le rétablissement antérieur du processus après la catastrophe par les groupes humanitaires. Il a été validé par une phase expérimentale avec des partenaires humanitaires. En particulier, l'Unité de recherche sur les refuges (SRU) de la Fédération internationale de la Croix-Rouge (FICR) a participé au processus de conception et à l'identification des problèmes pertinents, ainsi qu'à la détermination des paramètres essentiels de l'hébergement et du camp conception. Ces paramètres sont traduits en algorithmes dans un logiciel de modélisation 3D permettant par là l'expérimentation du prototype.

9- Structure de mémoire

Ce présent mémoire de recherche s'organise comme suit :

1. Dans un premier temps, nous avons présenté la structure d'accueil où cette recherche est réalisée ainsi que le lien avec le sujet proposé.
2. Dans un deuxième temps, nous proposerons un état de l'art des différentes notions du sujet : les abris, les camps et les projets similaires.
3. Dans un troisième temps, nous nous intéresserons à la méthode utilisée pour réaliser un prototype (démonstrateur) appliqué à un cas concret suivant plusieurs critères que nous énoncerons par la suite.
4. Enfin dans un quatrième temps, nous expérimentons et nous présentons le prototype. Nous montrons les problèmes et difficultés rencontrés.

CHAPITRE II: ETAT DE L'ART
TYPOLOGIE ET PROPRIÉTÉS DES ABRIS ET
CAMPS DES RÉFUGIÉS

1- Introduction

Dans cette partie nous élaborons les types de solutions implémentées par les organisations nationales et internationales. Nous définissons les types des abris ainsi que ceux des camps et nous passons après pour citer des ouvrages généraux ou plus spécifiques sur la question de recherche pour positionner à la suite notre recherche en fonction des ouvrages mentionnés.

2- Les abris

2-1- Définition des abris

L'abri est un besoin humain fondamental. Après les catastrophes, de personnes dont les maisons ont été endommagées, détruites, ou qui ont été déplacées à la suite des crises, s'efforceront de répondre à ce besoin par tous les moyens possibles qu'elles ont. (fig. 8).



Figure 8 : Les abris de Lisbon après le tremblement de terre 1531. Source Wikimedia commons.

2-2 Les types de l'abri

Des définitions comme « Abri d'urgence », « Abri de transition », « abri progressif » et « Abri de base » ... sont souvent utilisées pour classer les types des abris utilisés suivant la situation des crises (fig. 9) (IFRC et RC, 2011).

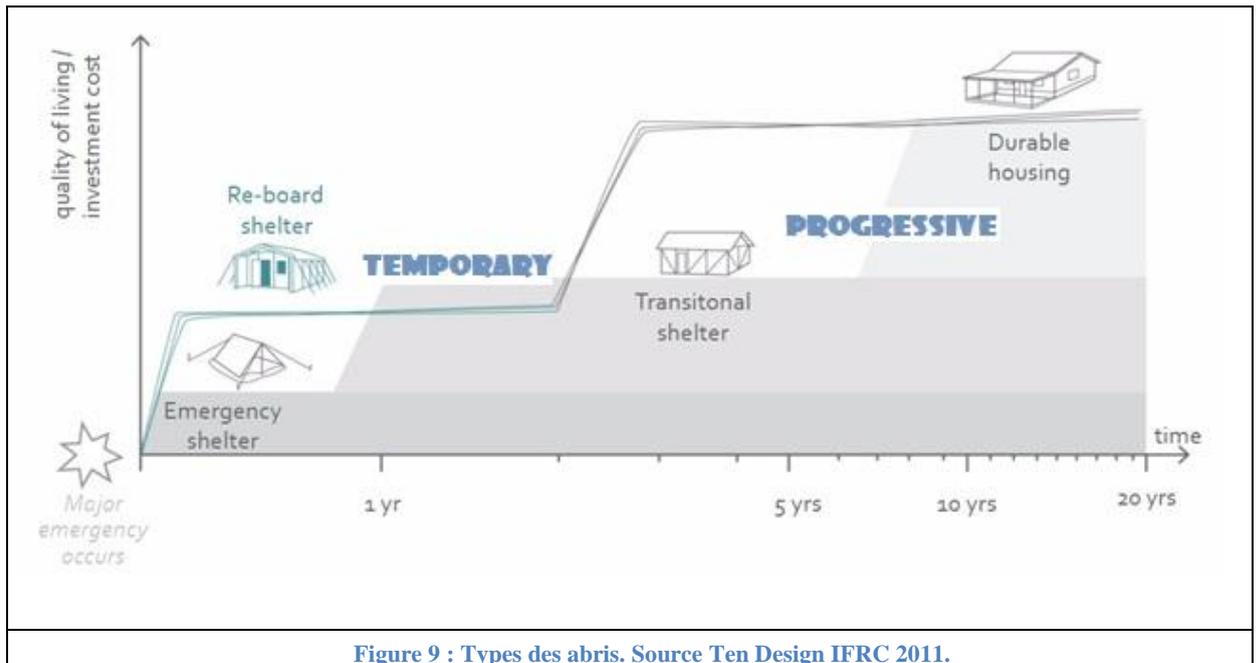


Figure 9 : Types des abris. Source Ten Design IFRC 2011.

2-2-1 Abri d'urgence (Emergency) : Cet abri est fourni à la suite d'une crise. Il est censé donner un support basic immédiat aux déplacés après les catastrophes. C'est souvent des tentes ou bâches en plastique (fig 10-11).

2-2-2 Abri de transition (Temporary et Transitional) : L'abri transitoire est conçu avec des matériaux qui peuvent être réutilisés dans des structures plus permanentes, ou bien qui peut être déplacé vers des sites permanents. Ils sont conçus pour faciliter la transition des gens déplacés (IFRC et RC, 2011). Ce type d'abris peut supporter la population affectée par les catastrophes dans la période avant qu'elle soit capable de construire leurs maisons à long terme (fig 12-13).

2-2-3 abri progressif (Progressive) : Cet abri est construit avec l'objectif de devenir une partie de solutions permanentes. Il est conçu en intégrant des futures transformations et des altérations possibles dans la structure d'abris.

2-2-4 Abri de base (Core) : Cet abri est construit avec des structures permanentes formant une partie d'une maison finale permettant une future extension de la maison selon les besoins de la famille et les ressources. Le but est de créer une ou deux chambres, assurant une sécurité contre les catastrophes.

			
EMPLACEMENT	Mogadishu, Somalia	EMPLACEMENT	Zataari, Jordan
ORGANISATION	Self-built	ORGANISATION	UNHCR
TYPE	Emergency shelter	TYPE	Tente de crête
MATERIEL	Branches, brindilles, tissus, bâches	MATERIEL	Toile en coton, cadre en métal
TAILLE	6-8 PERSONNES-10M ²	TAILLE	5 personnes, 16 m ² + vestibule de 6 m ²
DURABILITÉ	06 MOIS	DURABILITÉ	06-12 MOIS

Figure :10-11 Abris d'urgence (Emergency shelters) source: IFRC shelters and settlements www.unhcr.fr

			
EMPLACEMENT	PORT-AU-PRINCE, HAITI	EMPLACEMENT	ACEH, INDONESIA
ORGANISATION	SOS CHILDREN'SVILLAGE	ORGANISATION	IFRC
TYPE	ABRI DE TRANSITION PLIABLE	TYPE	ABRI DE TRANSITION
MATERIEL	PP PLASTIQUE, POUTRES EN BOIS	MATERIEL	STRUCTURE EN ACIER ET FAÇADE EN BOIS
TAILLE	6 PERSONNES, 21 M ²	TAILLE	4-5 PERSONNES, 25 M ²
DURABILITÉ	12-18 MOIS	DURABILITÉ	05 ANS

Figure :12-13 Abris de transition (Transitional shelters) source: IFRC shelters and settlements www.unhcr.fr

2-3 Les propriétés de l'abri

L'abri doit satisfaire certains critères pour simplifier leur mise en place en plus pour pouvoir répondre très vite aux besoins:

La rapidité : La nécessité de répondre très vite aux besoins des déplacés qui peuvent souffrir du froid ou de la chaleur. Cette rapidité se traduit donc par le temps nécessaire pour la construction des abris. Des modules adaptables avec des différentes configurations, flexibles et faciles à assembler et transporter peuvent former les meilleures solutions.

Efficacité : L'efficacité de l'abri est très importante pour répondre aux conditions climatiques. Il faut faire sorte de réduire au minimum les risques structurelles et climatiques.

Sécurité : La performance de l'abri aide à avoir une sécurité physique et psychologique pour les habitants. Il faut réduire au minimum les risques et les facteurs de vulnérabilité en appliquant des spécifications appropriées pour la construction.

Matériel : Une protection de l'environnement doit être prise en considération par le choix des équipements et des matériaux de construction.

Les aspects culturels : La conception d'abris doit respecter la culture et les traditions des populations déplacées. La participation des populations touchées par une catastrophe aux activités relatives aux abris et à l'habitat doit être guidée par les pratiques existantes régissant la planification.

2-4 L'organisation modulaire des abris

La conception de modules d'urgence a passionné de nombreux architectes. L'élaboration de concepts répondant à cette problématique de logement amène de nombreuses questions : l'habiter, l'usage, la culture, le climat, les rapports sociaux, les matériaux, les modes de productions, la temporalité, la durabilité, le recyclage. Le travail mené pour penser un tel concept est « *une sorte de concentré du travail de l'architecte* »¹⁴.

La production de modules d'habitat d'urgence préfabriqués implique plusieurs éléments, sur lesquels doivent réfléchir architectes et ingénieurs pour l'élaboration de modules :

¹⁴ Ecole Nationale d'Architecture de Saint Etienne, Martin Chénol *Autour de l'urgence/ Moelles d'habitation*. P12

- Une industrialisation du concept : possibilité d'une production en grande quantité pour une optimisation du tout pour une surface et une durée vie congruentes.
- Une préfabrication hors site pour un assemblage sur le terrain (assemblage réalisé avec de simples outils et sans électricité).
- Une technique maîtrisée pour la meilleure adaptabilité possible au site (implantation sur toute forme de terrain, sous toute forme de climat)
- Une logistique performante : un transport facilité par un poids et un volume de livraison raisonnés, et une rapidité et une simplicité de montage sur le terrain
- Une modularité : possibilité d'adaptation des modules à d'autres fonctions
- Une prise en compte de la seconde vie des abris dans leurs démontage et recyclage.

Tableau 05 : Le cahier des charges pourrait donc se décliner sous cinq items source :
 Normes SPHERE disponibles dans *La Charte humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire SPHERE. 454p.*

Données générales	Données techniques	Logistique	Espace, évolution	Après
dimensions intérieures	thermique	poids paquet	espaces intérieurs	Démontabilité
prix	résistance au vent	dimensions paquet	évolutivité modularité	impact sur l'environnement
durée de vie	résistance au feu	nombre de personnes pour porter le paquet jusqu'au site	Intimité privacité	Recyclabilité
conformité normes SPHERE	résistance à l'eau	nombre de personnes pour monter l'abri	/	/
	putrescibilité	nombre d'heures pour monter l'abri	/	/

3- Les camps

3-1 Définition des camps

Les camps sont des endroits où les populations qui ont subi des catastrophes et qui ont été obligées de quitter leur propre maisons et s'installer sous forme de regroupements. Les camps regroupés peuvent être classés en trois catégories, (Ashmore J, 2005) :

3-2 Les types des camps

3-2-1 Centres collectifs: Les centres collectifs qui peuvent aussi référer à des abris en masse sont généralement des facilités offertes aux populations dans des bâtiments préexistants, hôtels, écoles, des bâtiments en cours de construction. Les centres collectifs sont utilisés quand le déplacement des populations se fait à l'intérieur de la ville elle-même, ou quand un grand nombre des déplacés arrive dans un endroit, une ville... Ce type de solution est approprié pour une courte période aux populations déplacées. Ils ne peuvent pas être considérés comme des solutions de long-terme sauf s'ils offrent tout le support et conditions nécessaires. Le gouvernement dans les cas d'urgence peut offrir des établissements gouvernementaux pour faciliter la réception des personnes après les catastrophes.

3-2-2 Camps autonomes: Une population déplacée peut s'installer dans des camps indépendamment des organisations locales ou gouvernementales. Ces camps sont généralement créés sur des sites communs. Ce type de solution se forme avant l'arrivée des aides. La population choisit de s'installer dans des camps autonomes pour des raisons sociales afin de se sentir plus en sécurité. Les camps autonomes peuvent recevoir plus tard des aides supplémentaires de la part des organisations qui prennent en charge le processus de reconstruction.

3-2-3 Camps planifiés: Les camps planifiés sont les endroits où les populations déplacées peuvent loger sur des sites bâtis suite aux catastrophes. Les services ainsi que les infrastructures sont disponibles comme l'eau, la distribution des nourritures, l'éducation et les centres de santé. L'établissement d'un camp implique des facteurs comme:

- La stratégie de la planification,
- La sélection des sites,
- La direction du camp,
- Les options pour l'extension et le développement.

Les camps planifiés sont considérés comme les solutions les plus difficiles à implémenter. Ils posent un défi majeur aux organisations nationales et internationales pour atteindre des solutions qui peuvent être considérées comme durables pour les populations. La sélection des sites appropriés pour les camps est basée sur le profil des déplacés. La population locale détermine le type de regroupement requis et la sélection du site qui paraissent les plus appropriés.

3-3 Les propriétés des camps

L'affluence d'un grand nombre des populations dans une région aura des conséquences sur cette population elle-même (Corsellis et al., 2005). Le site idéal, répondant à toutes les exigences, est rarement disponible. Le choix est généralement limité, en revanche, les organismes de secours sont rarement sur place pour sélectionner un site avant l'arrivée des réfugiés. Cependant, il ya certains critères en ce qui concerne le choix du site (UNCHR):

Protection et sécurité : Le camp doit être dans un endroit sûr (par exemple sans mines), à une distance raisonnable de la frontière, et de toutes les zones de guerre et de catastrophe.

Risques pour la santé de l'environnement : La proximité de sites vecteurs de transmission de maladies mortelles doit être évitée autant que possible (par exemple mouche tsé-tsé pour la trypanosomiase). Lorsque ces zones ne peuvent pas être évitées, elles doivent être traitées.

Eau : l'eau doit être disponible soit sur le site ou à proximité.

Espace : la zone doit être suffisamment grande pour garantir 30m² par personne.

Accessibilité : l'accès au site doit être possible pendant toutes les saisons (par exemple pour les camions).

Les besoins sociaux : Le besoin d'espaces verts, des écoles, des bâtiments religieux est essentiel pour assurer la dignité. C'est donc essentiel pour les organisations responsables de l'implémentation des camps de prendre en considération ces points pour diminuer les effets négatifs qui peuvent être :

- Le surpeuplement qui augmente le risque de maladies transmissibles, l'isolement social et les problèmes de sécurité,
- La dépendance à l'aide extérieure, le manque d'autonomie : faible possibilité de réaliser des projets individuels (agriculture, commerce...),
- La dégradation de l'environnement.

3-4 L'organisation modulaire des camps

L'UNHCR définit son intervention de la manière suivante :

«Mettre un lieu de vie à la disposition de celui qui en est dépourvu n'est pas seulement vital. c'est aussi un droit humain fondamental qu'il convient de garantir en fournissant un abri et un cadre de vie aussi agréable que possible La disposition, les infrastructures et les hébergements d'un camp auront une influence déterminante sur la sécurité et le bien-être des réfugiés »¹⁵

Lors des situations d'urgence, on distingue généralement trois catégories de zones d'installation pour les réfugiés : les camps (aménagés ou spontanés), les centres d'hébergement collectif (dans des bâtiments publics existants comme des écoles, gymnases, etc.), l'hébergement dispersé privé (en familles d'accueil).

Tableau 06: Hébergement des réfugiés fin 2012 (source : UNCHR winv.unhcr.fr)

Type d'hébergement	Nombre	de	Répartition	%milieu urbain
Camp aménagé	2 955 500		35.3%	0,4%
Camp spontané	542 300		6.5%	0,5%
Hébergement collectif	323 500		3.9%	18%
Hébergement privé	4 551 900		54,3%	93,4%
inconnu	2127 000		-	-
Total	10 500 200			

La planification part de la famille de réfugiés considérée isolément pour passer successivement aux unités plus grandes.

Tableau 07 : Planification des camps (source: UNHCR Manuel des situations d'urgence)

Module	Se composant de	Nombre approximatif de personnes
Famille	A famille	4-6 personnes
1 communauté	16 familles	80 personnes
1 bloc	16 communautés	1250 personnes
1 secteur	4 blocs	5000 personnes
1 module de campement	4 secteurs	20 000 personnes

Cette planification modulaire n'est pas forcément synonyme de quadrillage. En effet une planification rigide à base de secteurs carrés ou rectangulaires ne favorise pas une appropriation des lieux par les réfugiés, elle doit donc être assez souple et s'adapter au contexte que représentent le terrain et l'identité culturelle de la communauté réfugiée. Le plan d'aménagement s'établit en fonction des distances à parcourir pour aller chercher de l'eau ou aller aux latrines, mais aussi en prenant en compte l'organisation sociale et la structure familiale : rapports avec les autres membres de la communauté (parents, proches, clans ou groupes ethniques).

¹⁵UNHCR. Manuel des situations d'urgence, 3^e édition, p209.

CHAPITRE III: RETENU DE TRAVAUX SIMILAIRES

1- Au niveau des abris

Sans aucun doute, la technologie de l'architecture paramétrique n'est pas considérée pour être utilisée dans les besoins humanitaires. Ceci vient du fait que cette approche connaît une évolution surtout dans le mode d'architecture moderne en aidant dans la création des nouvelles formes assez complexes. Un autre point pour la non-infiltration de cette approche dans le domaine humanitaire est que les expertises et l'utilisation de cette méthode de conception restent restreintes par un nombre limité des concepteurs ou d'architectes. Pourtant, les travaux de la conception numérique connaissent de nos jours une évolution et une augmentation dans le nombre des recherches réalisées. Dans la partie qui suit, nous allons élaborer quelques projets de recherche similaires.

Le projet "Weaving a home" Abeer Seikaly



Figure 14: Vue des structures de tente ouvertes (printemps et été) source: lexus disign award

<http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php>

Abeer Seikaly propose de réexaminer le concept de la tente, pour en faire une structure moderne, capable de répondre aux besoins les plus élémentaires

Son projet, "Weaving a home" ("Tisser une maison") (fig:14) prend la forme d'un dôme de 2 mètres de haut dont la structure n'est pas sans rappeler celle des paniers tressés artisanaux. Paniers dont l'architecte d'origine jordanienne et canadienne s'est d'ailleurs inspirée.

Chaque "cellule" se compose d'un filon solide, autour duquel sont disposés deux tubes en plastique ultra-résistant, le tout maintenu par un tissu extensible, capable de se rétracter et de s'étirer. Les cellules, indépendantes les unes des autres, peuvent être ouvertes pour laisser circuler l'air, ou au contraire fermées, pour éviter que la chaleur de l'habitat ne se disperse.

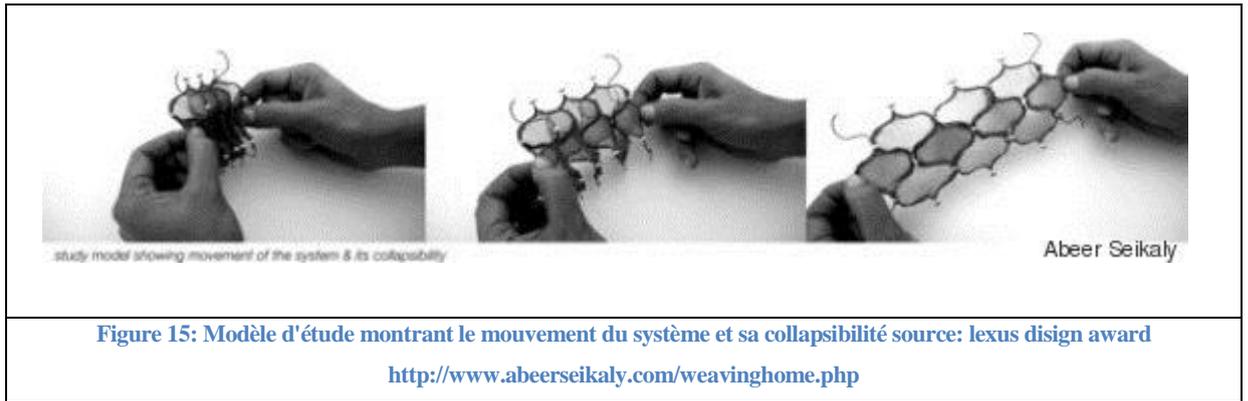


Figure 15: Modèle d'étude montrant le mouvement du système et sa collapsibilité source: lexus disign award
<http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php>

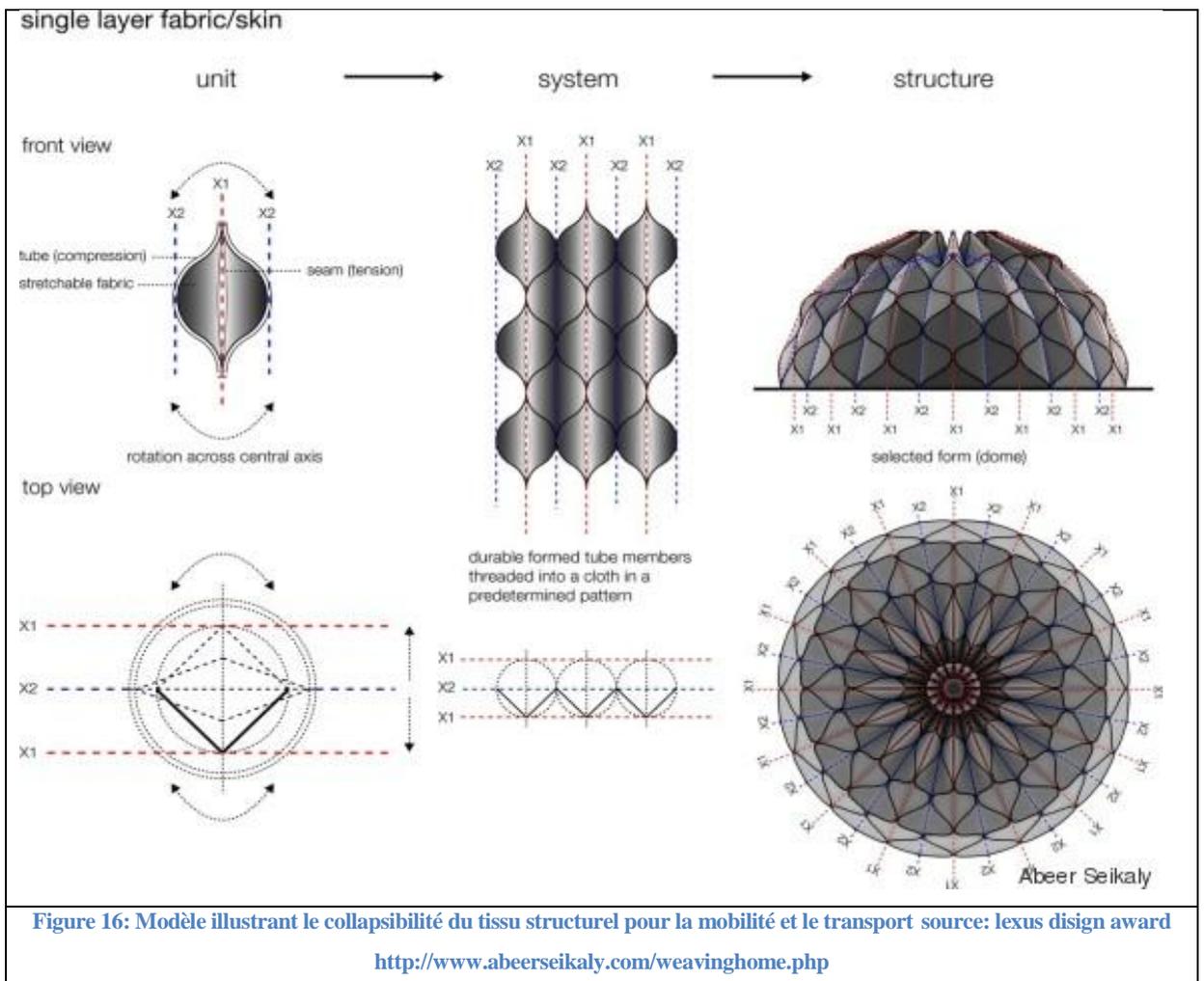
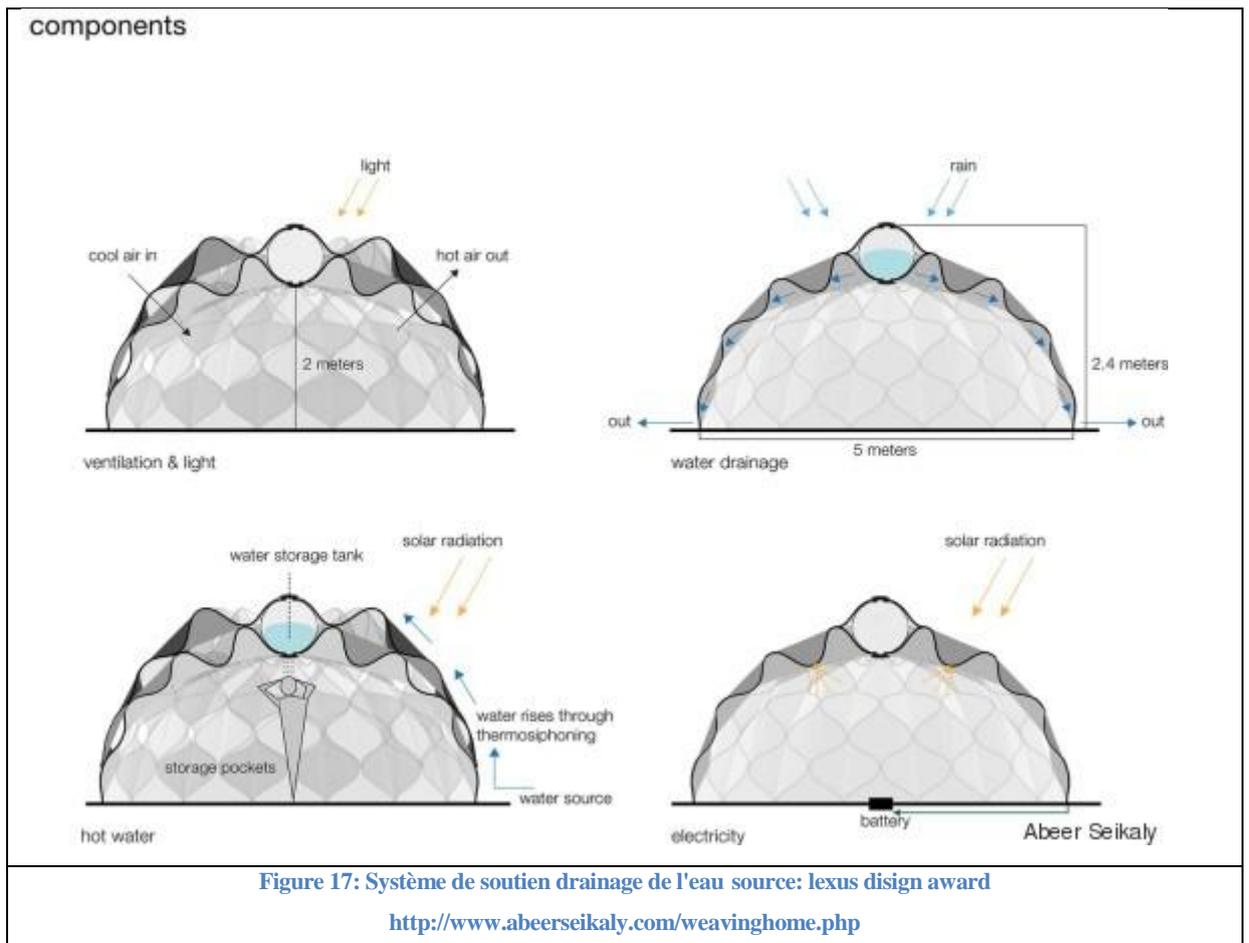


Figure 16: Modèle illustrant le collapsibilité du tissu structurel pour la mobilité et le transport source: lexus disign award
<http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php>

Parmi les avantages de cette tente revisitée, un réservoir, situé au sommet du dome (fig 17), où l'eau de pluie est stockée avant d'être utilisée au sein de l'habitation. Les tubes en plastiques créent quant à eux une sorte de réseau de conduits, qui permettent d'évacuer l'eau accumulée. L'architecte envisage également la conception d'un tissu qui permettrait de transformer l'énergie solaire en électricité, qui une fois stockée dans une batterie permettrait de rendre le logement quasiment autonome.



Pour Abeer Seikaly, ce projet est l'occasion de revenir aux origines des civilisations, formées par les vagues successives d'immigration. "Naviguer sur cette dualité entre l'exploration et l'implantation, le mouvement et l'immobilité est l'essence même de ce que signifie 'être humain'",

Ce projet pourrait permettre de concilier la découverte de nouveaux territoires, sans renoncer totalement à l'univers familier qu'est la maison, comme le précise l'architecte. "Les réfugiés pourront trouver un endroit pour faire une pause dans leurs périples, un endroit pour commencer à tisser la toile de leur nouvelle vie", conclut-elle. Une véritable "ville de refuge",

projet pour l'ouvrage des latrines des Iles de Solomon” Yeung”

Dans son ouvrage Yeung a appliqué l'approche paramétrique dans la conception des latrines paramétrées dans les îles de Solomon (fig. 18). Cette recherche a permis de retirer les éléments nécessaires pour la construction comme le cahier des charge (BOQ), des catalogues graphiques des éléments de bois utilisés, les instructions graphiques pour la construction des latrines étape par étape et les documents de construction 3D. L'intérêt

dans cet ouvrage est l'aspect constructif et quantitatif retiré. En effet les variables incluses sont des paramètres physiques qui prennent en compte la capacité, le nombre de gens, la géométrie, la forme des latrines, la sélection des matériaux, le temps et le budget.

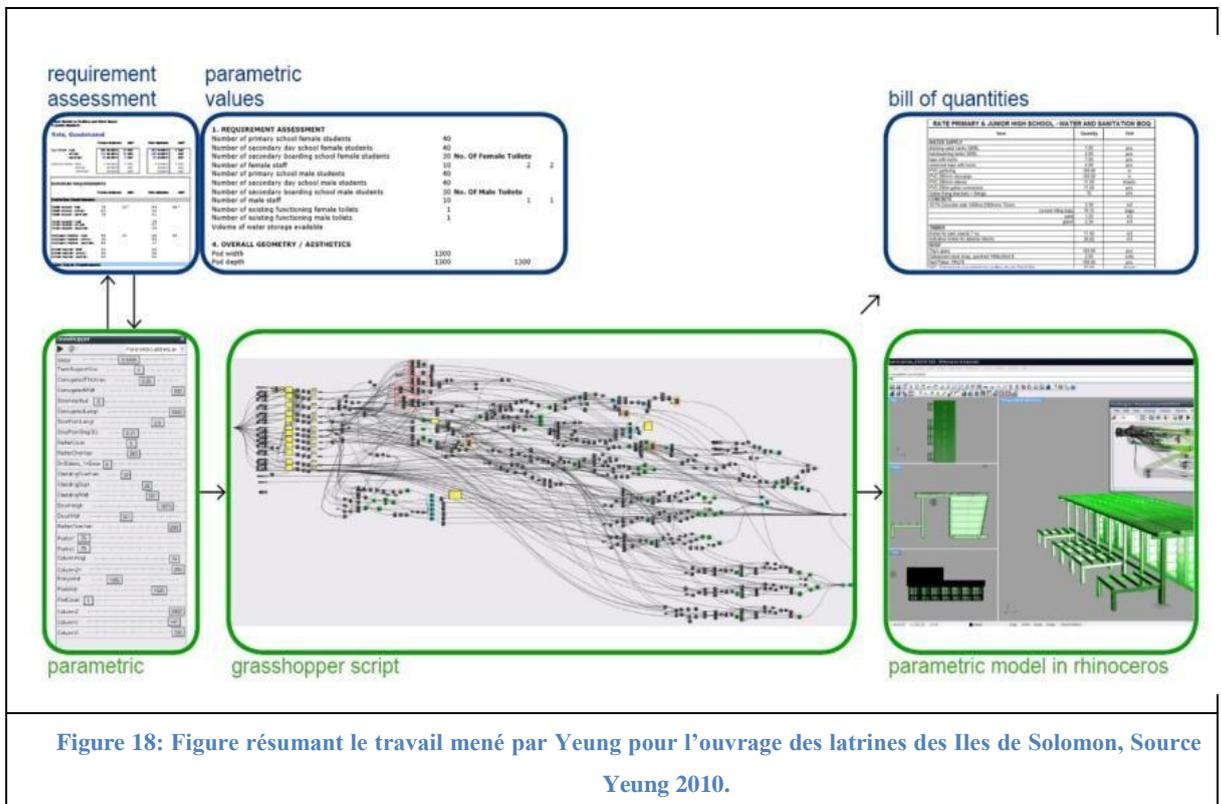


Figure 18: Figure résumant le travail mené par Yeung pour l'ouvrage des latrines des Iles de Solomon, Source Yeung 2010.

Alors que les aspects culturels et urbains n'étaient pas abordés dans la recherche précédente, ils ont été pris en considération dans la reconstruction d'Haïti (Deborah et al., 2011) (fig. 19). Deborah propose dans son ouvrage un système de conception et de construction de maisons. Ceci en identifiant une méthodologie pour la production de maisons en se basant sur l'architecture vernaculaire en Haïti. Cette méthodologie est basée sur une grammaire de géométrie et de modules pour dériver et coder un système contemporain. L'ensemble des modules combinés peut être appliqué pour produire des solutions de logements adaptées au contexte de l'utilisateur. Cette méthode a été développée pour mettre à disposition des logements pour abriter la population touchée par le tremblement de terre de 2010 en Haïti. La plate-forme Revit a été utilisée. L'application d'un système répond aux aspects culturels et urbains d'Haïti et n'est pas généralisée. En plus l'aspect urbain était limité, il traite quelques éléments (présence d'un jardin, et direction du logement vers la rue principale) et il n'agit pas sur l'ensemble d'un quartier ou d'un camp complet.

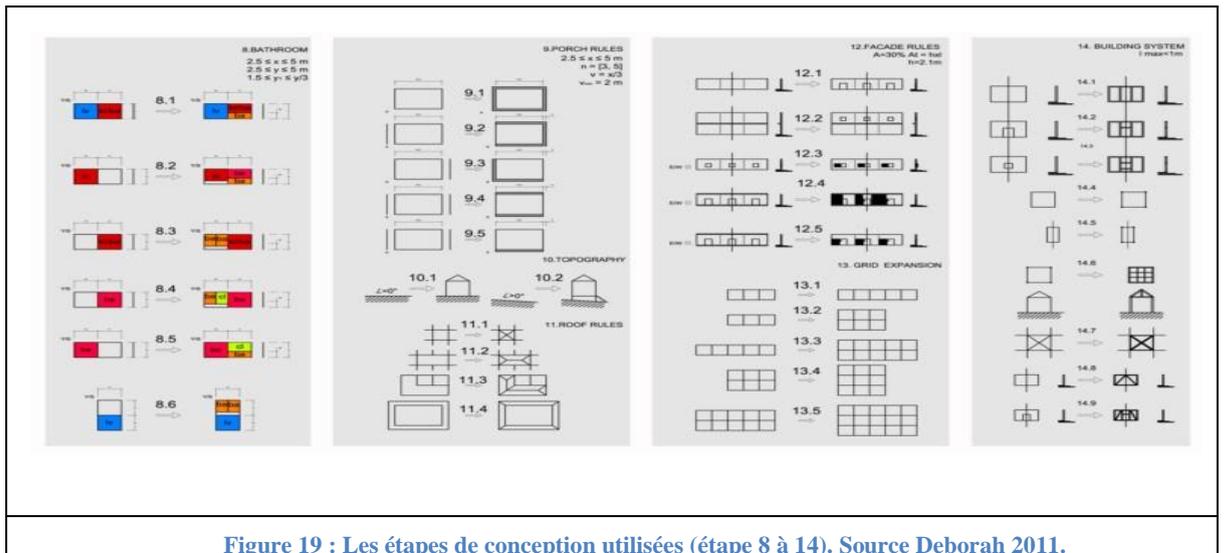


Figure 19 : Les étapes de conception utilisées (étape 8 à 14). Source Deborah 2011.

Dans un autre ouvrage, (Jinuntuya et al., 2007) (fig. 20) met en place la base d'un logiciel de conception et de planification de logement temporaire ainsi que les lignes directrices pour la mise en œuvre. Cette solution était offerte pour aider les gens à reconstruire leurs maisons en Thaïlande. Cette génération de maisons et aménagement de l'espace est accompagnée avec une analyse de l'estimation des coûts (Jinuntuya et al., 2007). Le point traité initialement dans cet ouvrage c'est la participation des habitants dans la conception. L'aspect conception et développement urbain n'était pas élaboré ainsi que les paramètres contextuels et climatiques.

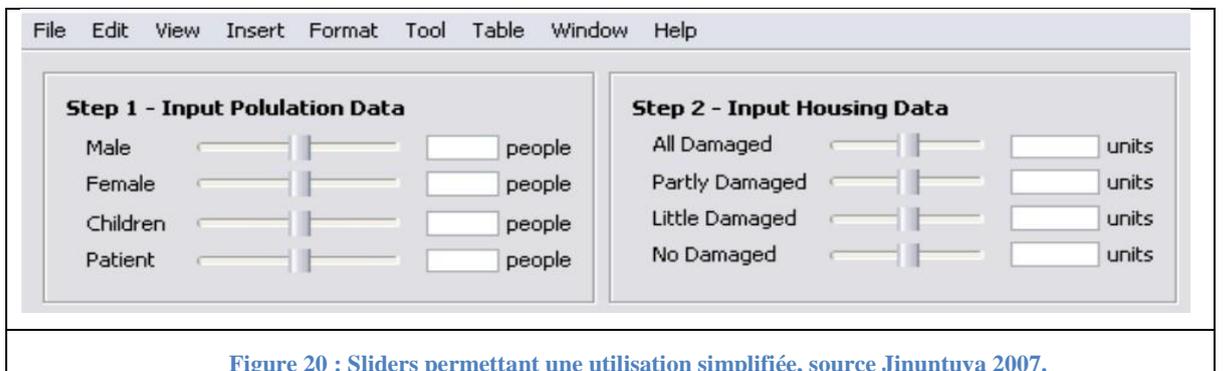


Figure 20 : Sliders permettant une utilisation simplifiée, source Jinuntuya 2007.

D'autres ouvrages (Sener et al. 2009) (fig. 21) qui traitent l'apport de l'architecture paramétrique dans les besoins humanitaires, et qui abordent également l'aspect génératif pour supporter la masse production et la personnalisation. Ces propriétés selon Sener sont surtout nécessaires pour répondre aux cas d'urgence où la rapidité dans la conception ainsi que l'application signifie plus que toute autre chose. Les conteneurs d'expédition ont été utilisés dans différents projets ainsi que dans les projets de logement. Sener propose une méthode de création d'un centre collectif d'hébergement d'urgence avec des conteneurs. Il s'agit d'un module standard qui peut être utilisé comme abri. Un outil de génération est

ensuite utilisé pour générer des solutions en prenant en considération des aspects comme la lumière et l'orientation. Malgré l'intérêt de cette recherche, cette solution paraît difficile. Ceci est dû à la complexité de transporter les conteneurs surtout dans les régions rurales et les pays en cours de développement.

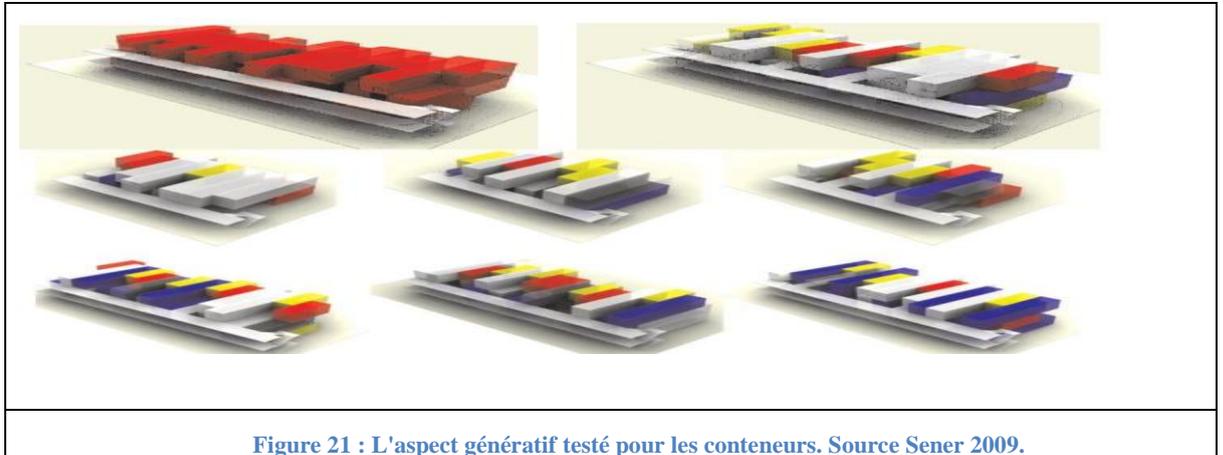


Figure 21 : L'aspect génératif testé pour les conteneurs. Source Sener 2009.

Une autre application dans le domaine de low-tech, l'étude proposée par Hulin (fig. 22) qui décrit une démarche d'utilisation de la nouvelle technologie d'architecture dans les besoins humanitaires. Elle propose l'application de la stratégie de la conception paramétrique dans un contexte d'abris d'arrêt de bus en milieu rural. Le but de cette recherche était de proposer une méthode pour l'amélioration de l'état actuel de l'infrastructure dans les régions rurales de la République Tchèque. Elle examine d'une manière pratique les techniques avancées de conception et les nouvelles technologies qui peuvent aider les architectes et les designers. A la fin de cette recherche, il s'est avéré qu'un système de conception générative entièrement automatique était plutôt impraticable vu les limites et la complexité qui pourraient emporter sur ses avantages.

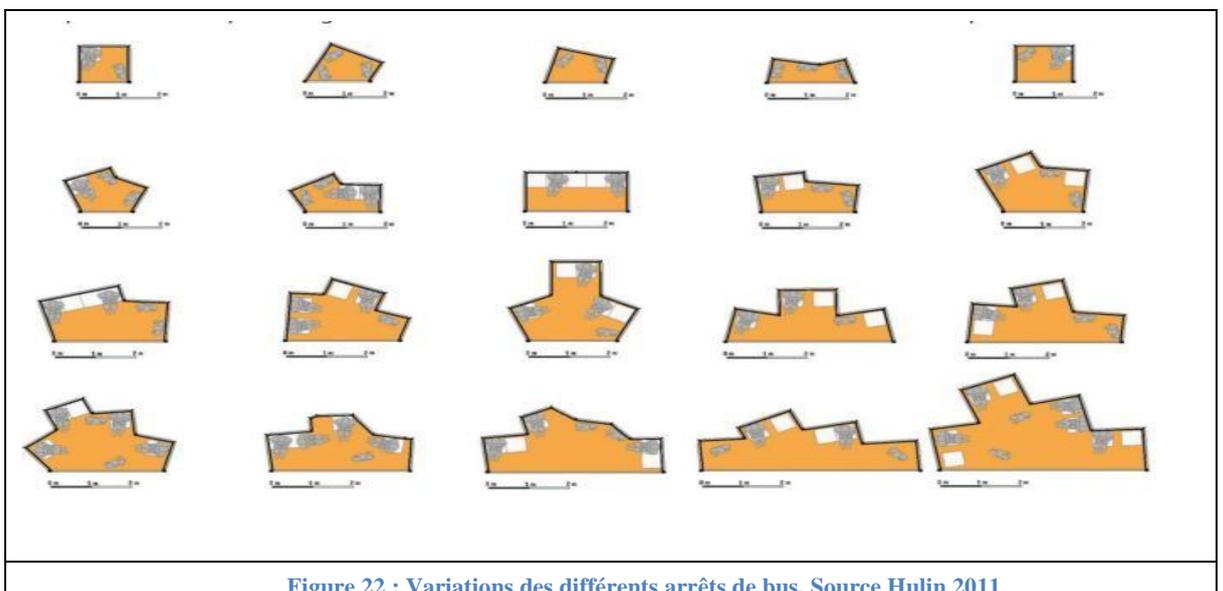


Figure 22 : Variations des différents arrêts de bus. Source Hulin 2011

2- Au niveau des camps (projets urbains)

On remarque récemment l'infiltration de l'approche paramétrique dans le contexte urbain (fig. 23). Des projets ont été réalisés par des grands architectes¹⁶ pour la planification urbaine paramétrée. Nous élaborons par la suite trois ouvrages qui traitent l'approche paramétrique dans la conception urbaine.

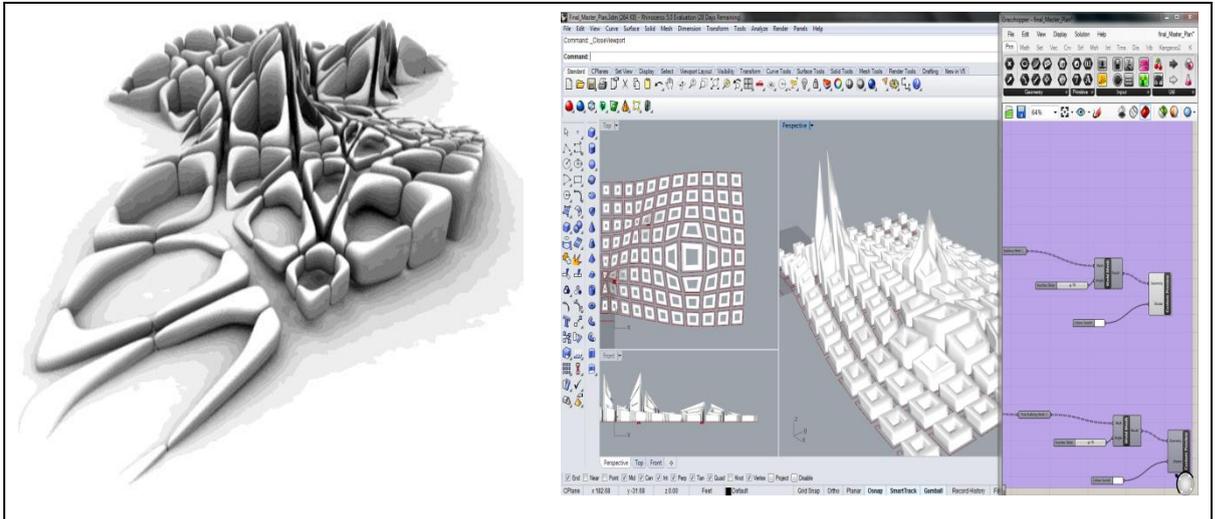


Figure 23 : Zaha Hadid Architects, Kartal-Pendik Master plan, Istanbul, Turkey, 2006 source <https://www.dezeen.com>

Le but de l'exemple décrit dans l'ouvrage développé par Steino, est d'illustrer la puissance de la combinaison géométrie et de l'approche paramétrique afin de développer une approche simple et accessible de design urbain paramétrique. Dans l'exemple (fig. 24), l'environnement de modélisation 3D SketchUp a été utilisé pour son accessibilité et la facilité d'utilisation. En raison des relations bien définies de la modélisation, des différents scénarios peuvent être générés à l'aide de quelques étapes de rotation ou la mise en miroir soit dans le bâtiment soit sur la parcelle, ou l'intrigue sur le bloc.

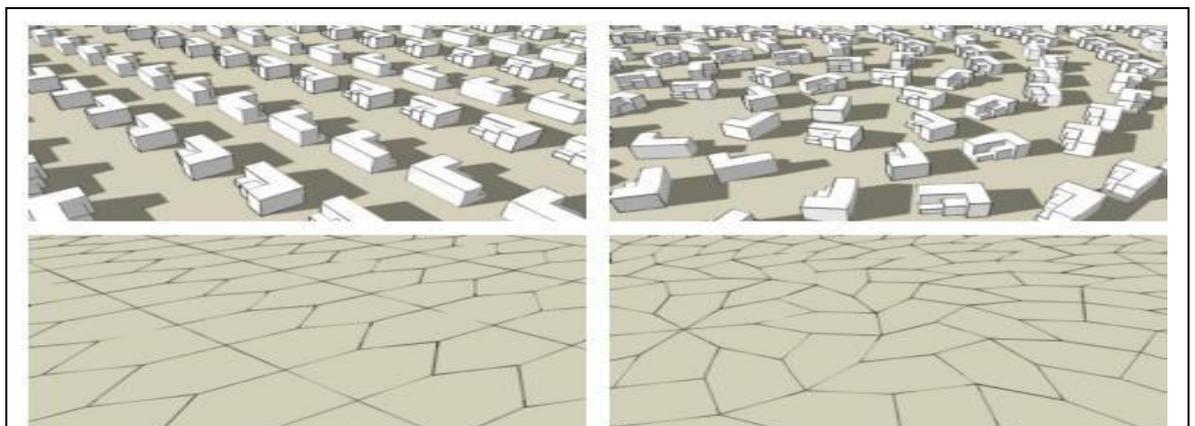


Figure 24 : Deux distributions différentes des bâtiments dues aux organisations différentes des terrains. Source Steino (PARAMETRIC THINKING IN URBAN DESIGN – a geometric approach).

¹⁶Exemple : Le Network Fabric Buildings, Singapore, Zaha Hadid Architects 2001-2003

Dans un autre ouvrage pour Steino (fig. 25), il montre les capacités de l'architecture paramétrique dans le domaine du développement urbain à travers une étude faite avec des étudiants. Selon lui, le développement urbain partage des composants qui peuvent être définis en forme des éléments. Des aspects comme la densité, la fonction, la forme et l'espace peuvent être traduits en des paramètres. Cette façon de traduire les composants urbains en des variables aide à évaluer les scénarios différents et avoir des solutions optimales. Ainsi, une approche paramétrique peut faciliter la conception des villes sans les bâtiments.



Figure 25 : Un modèle paramétré avec des connexions spatiales autour des blocs individuels. Source Steino (A Parametric Approach to Urban Design Tentative formulations of a methodology)

L'infiltration de l'architecture paramétrique dans la conception urbaine peut mener également une approche durable (Saleh et al., 2012). Dans son ouvrage Saleh étudie l'utilisation d'une approche paramétrique dans le développement urbain durable (fig. 26).

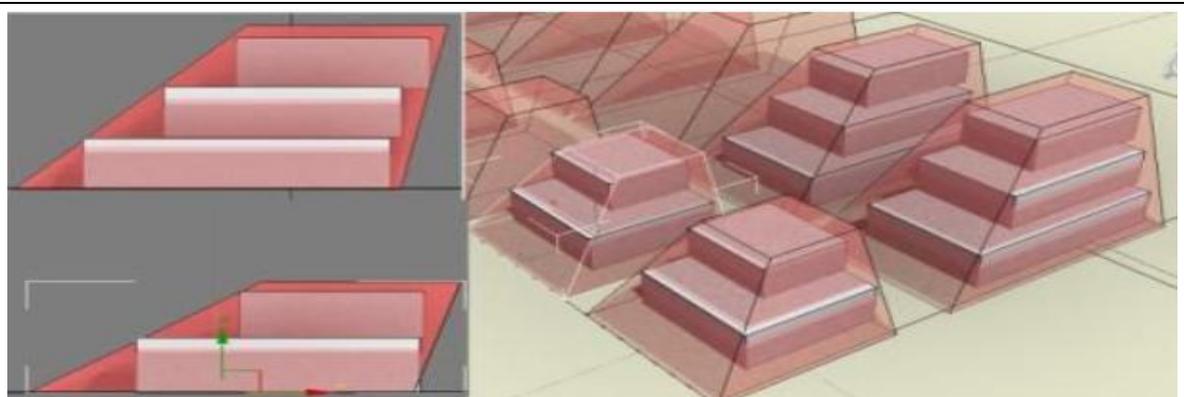


Figure 26 : Remplacement des enveloppes solaires par des bâtiments, Source Saleh 2012

Il élabore ainsi un cas d'étude pour générer une ville optimale arabe en prenant en compte le vent et les enveloppes solaires. Saleh, dans cet article identifie les différents composants qui peuvent avoir un lien avec la conception urbaine. Selon lui les facteurs qu'il faut prendre en considération dans le processus de conception sont reliés aux conditions climatiques (vent, ombre, pluie...), ou bien contextuelles (gabarit, trafic, densité, zonage...). L'article définit un processus de conception d'enveloppe urbaine par six étapes: (1) Définition d'une grille, (2) Association de la géométrie avec les paramètres environnementales, (3) Evaluation des solutions générées, (4) Evaluation de la ventilation naturelle, (5) Construction de l'enveloppe solaire avec le plugin DIVA-for-Rhino, (6) Remplacement des enveloppes solaires par des bâtiments.

3- Conclusion

Ce bref état de l'art montre que:

- Un système paramétrique peut être utilisé comme aide à la décision dans la conception humanitaire.
- La conception ou planification urbaine humanitaire n'a pas été pleinement prise en compte dans les travaux de recherche antérieurs malgré les différentes recherches sur le développement urbain paramétrique qui montre que l'approche paramétrique facilite le travail de conception à l'échelle urbaine.
- Les conditions contextuelles, climatiques et ethnographiques qui ont un impact sur le processus de conception n'ont pas été prises en considération comme des ensembles structurés de contraintes.
- Les résultats des études mentionnées ci-dessus sont concentrés sur la production de séries de plans d'exécution ainsi que la production des quantités et des cahiers de charge.

Ces conclusions orientent donc notre proposition vers l'identification - au-delà des paramètres physiques - d'une série des paramètres contextuels et climatiques afin de voir leur influence sur les paramètres physiques de l'abri.

CHAPITRE VI: MODELISATION PARAMÉTRIQUE

1- Méthode de recherche

La méthode de recherche se divise en deux parties. Dans la première partie de nos propositions, nous essayons d'établir une lecture globale du processus de conception des abris et les relations qu'entretiennent ses paramètres. Dans la deuxième partie nous étendons cette approche à l'échelle urbaine du camp (fig 27).

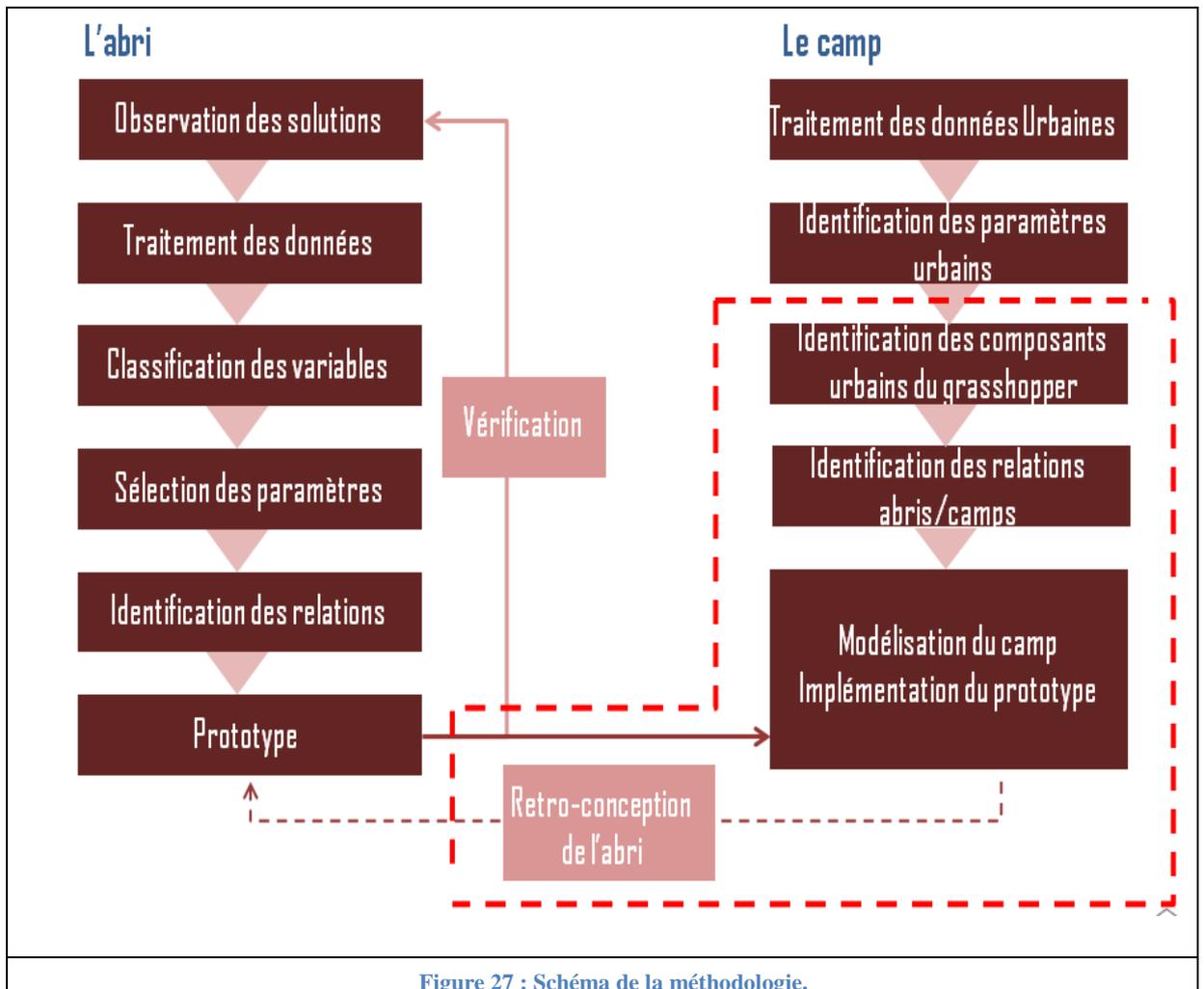


Figure 27 : Schéma de la méthodologie.

1-1- La première partie: L'abri

L'observation des solutions implémentées par la CR et les organisations nationales et internationales dans les situations de crises similaires sera nécessaire pour fournir des éléments indispensables dans la conception des abris. Ces éléments seront par la suite traités et constitueront la base de notre travail. Cette observation des solutions est nécessaire pour souligner des données spécifiques et fixer des standards à respecter dans le prototype à développer et tirer des règles et normes importantes dans la conception humanitaire.

Par la suite des variables seront classifiées suivant plusieurs catégories physiques contextuelles ou climatiques. Parmi la liste des variables identifiées, des paramètres ont été choisis pour la conception et la modélisation du démonstrateur. Ces paramètres seront traduits en langage algorithmique et limités par une marge de variation tout en respectant les normes et standards internationaux. Par la suite, nous passerons à l'identification des relations entre les différents éléments et paramètres de l'abri suite à son fonctionnement. Ces relations seront traduites par des opérations de programmation visuelle à l'aide de l'environnement de modélisation paramétrique « Grasshopper ».

1-2- La deuxième partie: Le camp

Dans cette partie, il s'agit ici d'identifier les données et demandes urbaines en se basant sur des ouvrages et des projets similaires ainsi que sur les normes et standards identifiés par les organisations formalisées. L'observation des solutions nous aidera par la suite d'identifier une liste des paramètres (contextuels, climatiques et physiques). Pour la modélisation du camp, une investigation dans les composants utilisés dans « Grasshopper » à base urbaine sera nécessaire pour l'implémentation des opérations. Les relations entre l'abri et le camp seront identifiées également pour arriver à modéliser un prototype de camp avec le démonstrateur d'abri qui a été déjà créé dans la première partie.

2- L'algorithme generateur et leur implementation

La génération de solutions répondant aux besoins de conception implique l'identification d'une résolution algorithmique précise et de formules. Les algorithmes de base sont implémentés dans un logiciel paramétrique de modélisation 3D afin de créer le modèle physique avec une liste de critères et de contraintes à prendre en compte.

3- Propositions

Comme annoncé précédemment l'assistance à la conception doit intégrer des contraintes liées aux paramètres physiques ainsi que contextuels dans le processus de la conception du camp et des abris.

3-1- Justification

Dans cette recherche nous proposons un système paramétrique manuel. Les paramètres et leurs valeurs, identifiés ci après, sont donc à opérer manuellement par l'utilisateur dans le logiciel. L'objectif est d'accompagner le concepteur (architecte ou humanitaire) dès le début de sa démarche dans la création des camps et abris. Cette démarche garantit un premier niveau de conformité des choix par rapport aux contraintes et paramètres exigés.

Par cette méthode le concepteur peut figer les paramètres et contraintes qui déterminent l'aspect des abris ainsi que des camps et continuer la démarche de conception tout en ayant confiance dans la validité des solutions proposées. Cela lui permet ainsi de réduire le temps nécessaire et ainsi d'aborder d'autres problématiques plus complexes durant les phases avancées de conception.

Les informations présentées dans le modèle (direction et forme de la toiture, forme des parcelles...) prennent la forme d'intentions et de choix du concepteur. Ce choix est fixé par des contraintes relatives aux contextes climatiques et culturels.

3-2- Identification des paramètres.

La résolution de problèmes exige l'analyse de projets similaires dans des situations de crise similaires pour extraire la liste des variables spécifiques, ainsi que l'identification des abris et des paramètres de camps (physiques et contextuels) et des relations entre eux.

Parmi la liste des variables identifiées, les paramètres sont choisis pour le démonstrateur de la conception et de la modélisation. Les paramètres choisis sont spécifiés en fonction de leur importance dans l'abri et la conception du camp. Les composants pertinents sont spécifiés avec external qui ont une expérience dans la conception de logements humanitaires.

3-3- Les paramètres

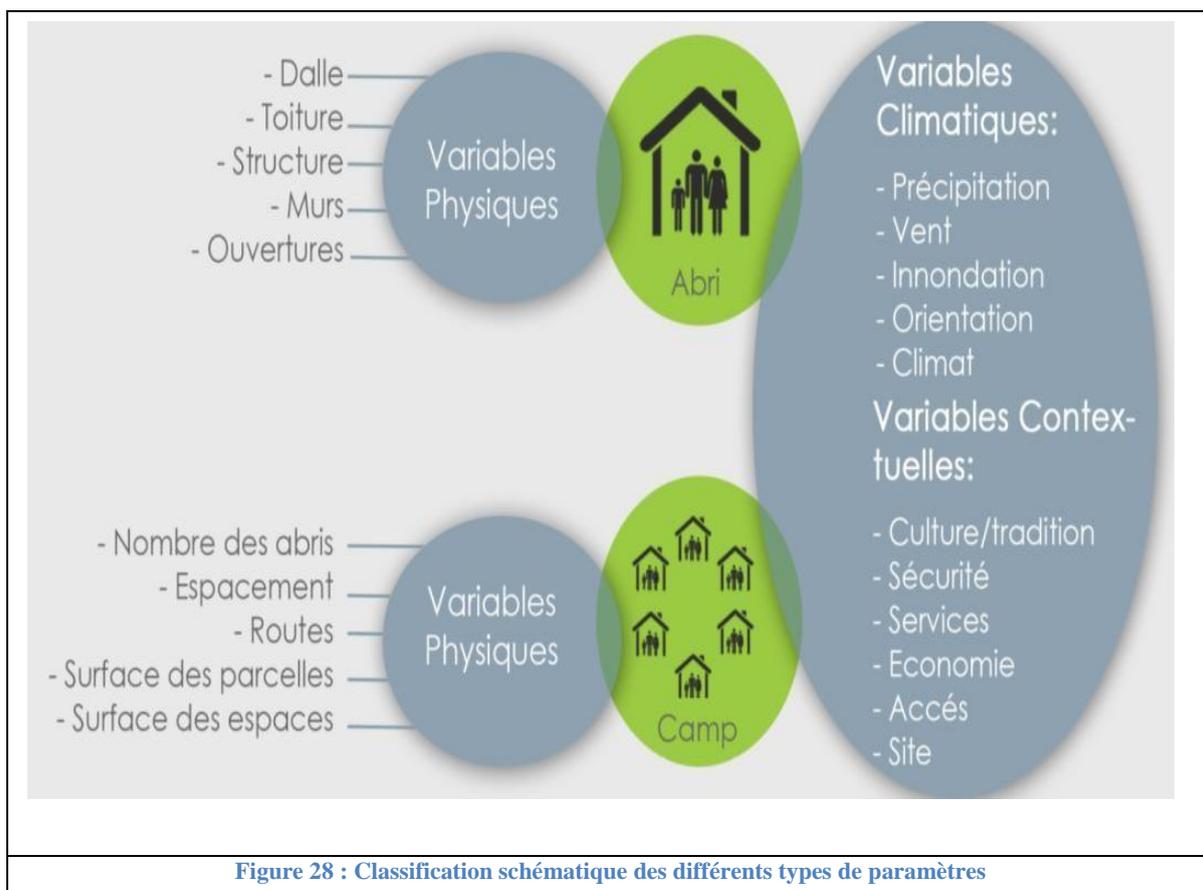
Suite à l'observation des solutions des abris et des camps déjà implémentées dans les situations de crise, nous pouvons remarquer trois types de paramètres (fig. 28) :

- Les paramètres contextuels reliés aux conditions de vie et à la culture.
- Les paramètres climatiques reliés aux conditions climatiques et météorologiques.
- Les paramètres physiques reliés aux formes et géométries.

L'identification des paramètres montre que les paramètres physiques peuvent être facilement exprimés numériquement, alors que les paramètres contextuels et climatiques sont plus complexes à traduire en valeurs qualitatives ou numériques.

Notez que les éléments des abris et des camps peuvent être influencés par des paramètres physiques, contextuels ou climatiques en même temps, les paramètres climatiques et contextuels peuvent avoir une influence directe sur des éléments physiques.

Dans la suite nous allons développer chaque type de paramètres, ainsi que les éléments constitutants et influant la conception humanitaire.



3-3-1- Variables contextuelles

Les variables contextuelles sont les variables qui changent suivant la région, le site, la population, la culture et la tradition. Ces variables ont une influence sur la conception de l'abri ainsi que celle du camp. Il faut tenir compte des habitudes locales concernant l'utilisation des espaces couverts et découverts par exemple pour dormir ou pour héberger des membres de la famille élargie.

Une bonne planification de l'espace couvert ainsi que l'espace découvert est indispensable pour garantir le respect de l'intimité et de la sécurité (utilisation d'un écran de séparation, changement des emplacements des ouvertures ainsi que des portes).

Participation, Culture et Adaptation : Il faut accorder la priorité aux opinions des personnes ou des groupes censés passer le plus de temps dans les abris et les camps. Les organisations locales ou les architectes, peuvent s'inspirer des types des habitations ainsi que des traditions existantes.

Sécurité, Intimité, Dignité et Santé : Il faut respecter les normes de construction et les procédures d’approbation applicables dans le secteur concerné, ainsi il faut respecter les normes d’accessibilité pour les personnes ayant des difficultés à se déplacer.

Durée de vie, Rapidité et Coût: Ces trois variables et contraintes sont à la base d’une réponse efficace pour résoudre les problèmes de logement rapidement. La durée de vie de l’abri et du camp doit être prise en compte pour préserver un espace urbanisé assez planifié et qui peut durer dans le temps.

3-3-2- Variables Climatiques

Les abris doivent être orientés et conçus pour assurer la meilleure ventilation possible et réduire l’exposition directe aux rayons du soleil.

Dans les climats chauds: La construction doit offrir une bonne capacité thermique qui permettra aux variations de température entre la nuit et le jour de rafraîchir ou de chauffer l’intérieur. Il faut aussi faire attention au risque sismique (relation avec la structure paramètre physique).

Sous les climats froids: Les matériaux doivent être à haute capacité thermique. Il faut essayer de limiter les courants d’air mais tout en assurant une ventilation adéquate pour les chauffages et les fourneaux de cuisine. Un système de drainage des eaux de surface pour réduire l’écoulement de la pluie vers les zones couvertes.

Ventilation: Il faut assurer une bonne ventilation afin d’entretenir un environnement sain à l’intérieur des bâtiments, et réduire les effets de la fumée des fourneaux installés à l’intérieur et limiter le risque de transmission de maladies.

Environnement: La sollicitation de ressources environnantes pour la construction des abris doit être réduite. Il convient donc dans les situations d’urgence d’assurer un approvisionnement extérieur durable et de tenir compte sur les besoins en ressources naturelles. Il faut donc effectuer une évaluation sur l’impact de la catastrophe sur l’environnement pour les interventions et les activités d’atténuation requise.

3-3-3- Variables physiques de l’abri

Les paramètres physiques de l’abri sont ceux reliés à la géométrie du logement et au dimensionnement.

Ces paramètres sont définis sur base d’une observation des solutions implémentées par différentes organisations nationales et en particulier par les IFRC (IFRC et RC, 2011). Les paramètres physiques identifiés de l’abri sont donc:

Forme et Géométrie globale de l'abri : Plusieurs formes peuvent être choisies pour concevoir un abri (abris rectangulaires (Fig. 29) et circulaires). Ainsi plusieurs formes géométriques ont été créées par des architectes et des étudiants.



Figure 29 : Abri rectangulaire au nord Burkina Faso, Source Development workshop www.aspenartmuseum.org

Dans cette recherche, nous nous sommes inspirés un abris polygonal hexagonal conçus par la CR et l'UNHCR, qui a une architecture simple (fig. 30), le but n'étant pas de créer des formes complexes mais plutôt d'être réaliste sur le besoin des abris.

Ce type étant le plus utilisé dans les situations d'urgence peut être adapté selon le besoin, les habitudes et les traditions des usagers.



Figure 30: abris hexagonaux à faible coût pour les réfugiés UNHCR, UN Habitat, IFRC & RCS Source Society designs low-cost 2015, <https://www.dezeen.com>.

La surface : une superficie couverte de $3,5 \text{ m}^2$ par personne est retenue pour répondre aux besoins standards (Le Projet Sphère, 2011). Cette surface acceptée pour les abris à court terme, ne sera pas pour ceux à long terme. Dans le cas où les abris vont durer dans le temps, la surface par personne doit être agrandie pour réduire au minimum les effets nocifs sur la santé et le bien-être des personnes hébergées.

Les extensions: L'impact d'un espace couvert de petites dimensions doit être étudié en termes de respect de la dignité, de la santé et de l'intimité. Des abris temporaires sont donc conçus avec une possibilité d'extension dans le futur pour pouvoir répondre à une période plus longue et éventuellement durer plusieurs années.

Les espaces intérieurs extérieurs: Selon les cultures et les traditions, les espaces intérieurs et extérieurs sont précisés suite aux besoins. Des extensions extérieures devront être prévues pour créer des espaces ombrés ainsi que des espaces pour cuisiner.

Les ouvertures: Les portes et les fenêtres doivent être aussi conçues pour assurer la sécurité et l'intimité ainsi que le respect de la dignité. Une variation de hauteur et d'emplacement des portes et de fenêtres sera mise en place pour régler cette question d'intimité. La position des fenêtres ainsi que des portes sont importantes pour diminuer le risque de dégâts par les tempêtes.

Matériaux et structure: Les matériaux de construction n'étant pas pris en considération dans le travail de recherche pour des raisons de temps, ont été traduits par un paramètre qui correspond à l'épaisseur des éléments de l'abri (comme la dalle, les murs, la toiture).

La hauteur : La hauteur sous plafond est un facteur à prendre aussi en considération, une plus grande hauteur étant préférable sous des climats chauds et humides pour permettre une bonne circulation de l'air, et une moins grande sous les climats froids pour réduire le volume intérieur à chauffer. Ceci montre que la hauteur est aussi reliée à des paramètres climatiques et contextuels.

La toiture: La direction de la toiture ainsi que les angles de la pente sont des paramètres physiques mais qui sont aussi reliés à des paramètres climatiques comme le climat, l'ensoleillement... La toiture doit s'adapter à une série de variations climatiques allant de nuits et d'hivers froids à des journées et des étés chauds. Elle doit également avoir une pente raisonnable pour l'écoulement des eaux de pluie et doit être pourvu d'auvents de bonnes dimensions (sauf dans les régions exposées à des vents violents). Ainsi des planches surélevées doivent être prévues pour réduire le risque d'un écoulement d'eau à l'intérieur(Le Projet sphère, 2011).

3-3-4- Variables physiques du camp

Le développement urbain d'un camp de réfugiés varie à nouveau selon les régions et les cultures. Par contre l'ensemble des paramètres physiques qui interviennent dans la conception des camps à l'échelle urbaine sont identiques. Nous avons essayé dans ce travail de recherche d'identifier les paramètres physiques qui peuvent avoir une influence sur le camp à l'échelle urbaine¹⁷. Pour identifier ces paramètres il fallait identifier les principales installations nécessaires sur un site de réfugiés qui sont selon la UNCHR:

- Les routes et les pare-feu,
- Les surfaces de terrains et densité des populations,
- L'approvisionnement en eau et d'assainissement (zones de défécation, les latrines, les fosses d'élimination des déchets, lavoirs, etc.),
- Les établissements de santé: centres de santé, postes de santé, hôpital, pharmacie et de site pour le camp de choléra,
- Lieu de rencontre pour visiteurs à domicile,
- Installations de la nutrition: les centres d'alimentation thérapeutique et complémentaire,
- Le site de distribution et de stockage (dans des endroits séparés),
- Centre administratif, salle de réception
- Autres équipements collectifs: le marché, les écoles, un cimetière, des lieux de rencontre, etc.
- Les circulations intérieures, les chemins et les gabarits des abris.

Ainsi, des normes quantifiées pour la planification du camp d'urgence qu'il faut prendre en considération d'après l'UNHCR

- Surface disponible par personne doit être plus grande ou égale à 30 m², elle est comprise entre 30 m² et 45 m² par personne,
- Le nombre de personne pour chaque point d'eau dans un camp ne doit pas dépasser les 250 personnes,
- Le nombre de personne pour chaque douche ne doit pas dépasser les 100 personnes,
- Un point de collecte des ordures pour 500 personnes,
- Une unité basique de santé pour 10.000 personnes,

¹⁷ Le travail à l'échelle urbain n'était pas fini dans le stage, dans ce mémoire on élabore les résultats eu.

- Un centre de santé pour 50.000 personnes,
- Le nombre de personne par latrine est plus petit ou égal à 20 personnes,
- La distance des abris aux points d'eau doit être égale à 15 m maximum, alors que la distance aux latrines doit être égale à 30 m,
- La distance entre les abris doit être plus grande ou égale à 2 m pour éviter les incidents de feu ainsi pour assurer une ventilation et une lumière naturelles,
- Coupe-feu 75 m tous les 300 m.

3-4- Les opportunités du paramétrage dans le design des abris et camps

L'identification des paramètres qui entrent en jeu dans la conception des abris et des camps d'urgence nous conduit à les incorporer dans un logiciel de modélisation paramétrique comme déjà élaboré dans des travaux similaires. Cet apport de l'architecture paramétrique dans le domaine humanitaire aide à évaluer le comportement de conception et de construction ainsi qu'à y incorporer les retours des bénéficiaires pour améliorer par la suite les principes de conception (Yeung et al., 2010). Les possibilités du paramétrage ainsi que l'identification des limites et des contraintes semblent apporter au domaine de conception humanitaire un intérêt vu que ce dernier est délimité par des contraintes, des normes et des standards à prendre en considération.

4- Le choix du logiciel

Le modelleur « Rhinoceros » et le plugin « Grasshopper » ont été choisis pour l'implémentation et la création des abris et camps d'urgence (fig. 31).

Ce choix est justifié par la capacité de ce logiciel à concevoir et manipuler facilement les objets sur base d'algorithmes visuels. La visualisation des changements induits par la variation de paramètres se fait immédiatement. En plus la programmation visuelle qu'offre « Grasshopper » permet de développer les prototypes sans avoir de connaissances de programmation. Ce plugin dispose d'une série d'objets prédéfinis classifiés selon leur fonctionnement en neuf catégories. Ces objets sont appelés « Composants ». Ces composants forment des algorithmes permettant d'effectuer des opérations géométriques et de modélisation. La connexion des différents composants dans « Grasshopper » permet l'implémentation des algorithmes qui n'existaient pas déjà. Il faut ainsi noter que la représentation graphique des composants « Grasshopper » ressemble à celle de la programmation informatique (Davis et al., 2011).

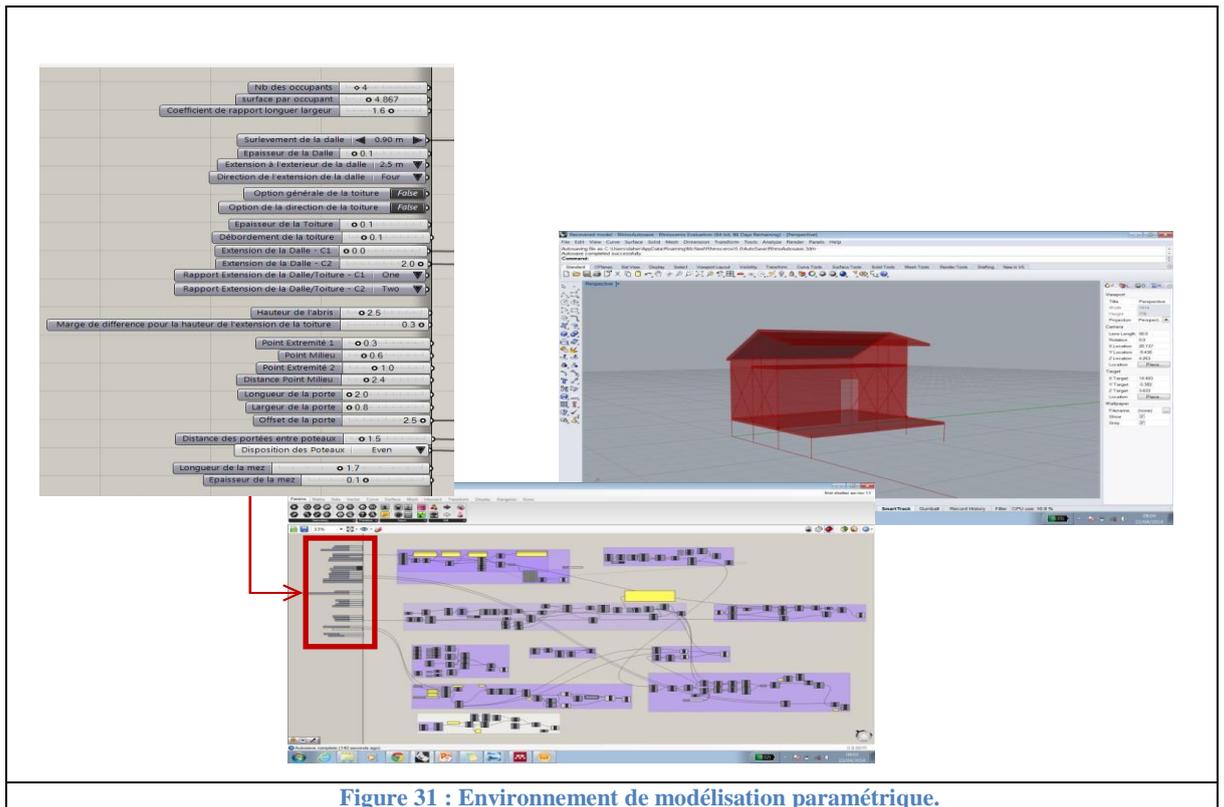


Figure 31 : Environnement de modélisation paramétrique.

Une bonne représentation des composants permet un suivi du travail par d'autres personnes, ce qui favorise la collaboration. La structuration des données dans « Grasshopper » prend la forme de listes. Une bonne compréhension des listes et des chemins d'accès aux données facilite l'utilisation de ce plugin. Quoique la manipulation de ces structures et l'accès aux données étaient un enjeu majeur dans le travail et il fallait faire recours à des experts dans ce domaine pour essayer de résoudre les problèmes qui en résultent. Certains tendent à rassembler les composants dans des capsules pour améliorer la manipulation et l'affichage ainsi que la compréhension des algorithmes implémentés, mais dans notre cas particulier, nous avons considéré que cela ne suffisait pas. Une bonne représentation des étapes de travail et du workflow, en séparant clairement les données ainsi que les composants et les sorties, aident à une bonne compréhension du travail fait. Ce point a été bien illustré dans la démarche de la recherche. Selon Davis, pour augmenter la lisibilité du modèle conçu et le rendre plus collaboratif et plus facile pour la modification ou l'ajout des certaines opérations à des endroits spécifiques il faut :

- Grouper les nœuds qui réalisent une même tâche
- Distinguer la donnée d'entrée et celle de sortie
- Nommer explicitement les modules, les nœuds et les paramètres

Par contre, cela parait parfois compliqué et laborieux à faire vu le temps et les changements effectués durant le processus de la modélisation. Pour la simplification de la complexité présente dans le projet, et vu le nombre des éléments que possède l'abri ou le camp, des opérations de « filtrage », de « stream », ou de « dispatch » ont été intégrées dans le modèle pour éviter la répétition des mêmes nœuds ou opérations. Cela a permis de réduire le nombre des composants utilisés et des opérations implémentées. En conséquence, effectuer des modifications à certaines opérations pour en ajouter des nouvelles fonctions, était plus facile à trouver le niveau d'intervention et à exécuter ces changements.

5- développement d'abris

L'objectif de ce travail n'est pas la modélisation complexe qu'offre cette approche de conception, mais plutôt la génération d'un prototype d'abri (fig. 32) en identifiant les différentes relations entre les éléments de l'abri et celui du camp.

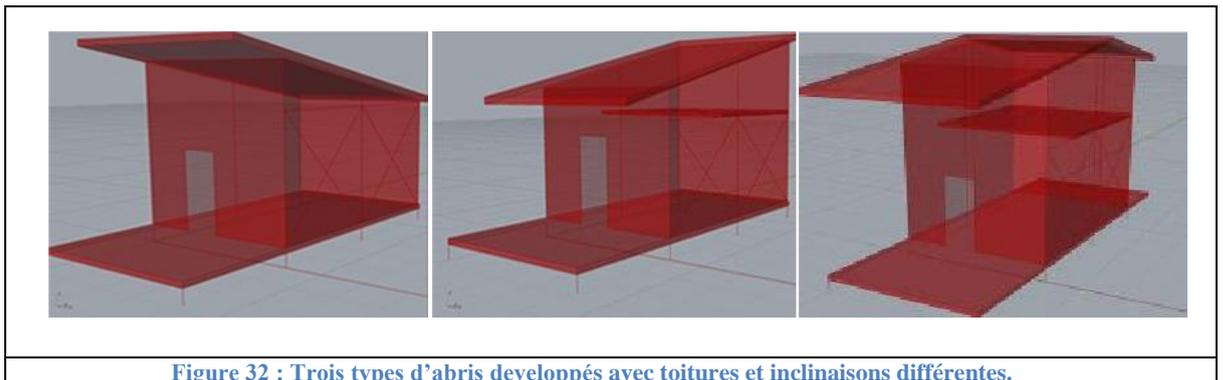


Figure 32 : Trois types d'abris développés avec toitures et inclinaisons différentes.

Néanmoins, il est indispensable de connaître le processus de conception de l'abri pour comprendre l'ordre logique dans lequel les informations concernant ces différents éléments sont définies et peuvent donc être insérées dans les méthodes de modélisation paramétrique.

Tout d'abord la catégorie de l'abri et l'échelle du bâtiment ont été définies. Dans ce travail, un « prototype d'abri transitoire » a été développé avec des paramètres basés sur les normes et les prototypes de la Croix-Rouge pour les abris (Saunders 2013).

Le degré de flexibilité et les éléments autorisés à contrôler ont été définis dans le modèle paramétrique. L'ajustement des éléments et des paramètres donnera la possibilité d'obtenir le prototype souhaité selon les critères définis. un processus de conception d'abris a été développé en identifiant les relations possibles entre les différents éléments de l'abri et en définissant la phase spécifique pour la mise en œuvre des paramètres dans ce processus.

Il fallait aussi identifier les informations que l'on cherche de l'extérieur pour les intégrer dans le modèle, dans le but de spécifier les formules et les relations entre les différents éléments. Ces relations seront à la base du comportement de tout l'ensemble de l'abri pour lui garantir un fonctionnement normal.

Quels sont les éléments fondamentaux de la conception de ces abris les paramètres utilisés, les relations identifiées ainsi que les normes et les standards retenus dans les prototypes? Dans la suite nous répondrons à ces questions.

5-1- Paramètres retenus dans le processus de conception de l'abri.

Afin de définir la structure de conception de l'abri, une décomposition avec des composants spécifiques est essentielle. Ces composants représentent les éléments de construction, tels que les murs, les colonnes, les poutres, le toit et l'ouverture du mur. Les relations entre ces composants sont définies et maintenues le long du processus de conception. *En transférant les données (géométriques ou numériques) (table 8).*

Tableau 8 : Paramètres d'abri

Elements	Parametres	Types de parametres		
		physique	contextuel	climatique
Surface Interieur	-Nm des personnes	*	*	/
	-surface par personne	*	*	/
	-coefficient	*	*	/
Dalle	- Dalle décalée	/	*	*
	- Extrusion de dalle	*	*	/
	-extension de dalle	*	*	/
Toit	-type de toit	*	*	*
	- Hauteur générale	*	*	*
	- Extrusion de toit	*	*	*
	- extension de toit	*	*	*
Structure	-distance entre les colones	*	/	*
	-disposition des colones	*	/	*
Ouverture	-portes	*	/	/
	-fenetres	*	*	/

Après observations des différents paramètres qui peuvent influencer le processus de conception de l'abri, nous avons choisi les éléments les plus pertinents et importants pour la modélisation du prototype développé durant cet recherche.

A noter que la manipulation des paramètres (physiques ou contextuels) dans le prototype développé se fait manuellement. Ainsi les sorties de certaines opérations formeront des entrées et des données pour d'autres.

Des multiples opérations à base mathématiques et algorithmiques sont utilisées dans la modélisation des éléments choisis ainsi que des formules de condition.

Les éléments retenus ainsi que les normes standard sont:

La dalle et la surface intérieure: Cette surface a été fixée entre 3.5 m² comme surface minimale et 6m² comme surface maximale. Ces valeurs ont été extraites d'après les standards minimum fixés par les organisations internationales pour garantir une vie digne des habitants (Le Projet Sphère, 2011).

Cette valeur peut augmenter selon la fonction et la durée de vie prévue pour l'abri. La surface intérieure sera ensuite utilisée pour former la dalle intérieure. En plus, d'autres paramètres ont été intégrés en relation avec la surface intérieure :

- Les extensions de la dalle (un paramètre qui est défini en fonction des habitudes et traditions des populations déplacées),
- Les extensions de la toiture qui suivent celle de la dalle,
- La position de la porte (côté).

La hauteur: La hauteur minimale de l'abri selon les standards internationaux est égale à 1.8 m. Les conditions climatiques devront être un paramètre relié à la hauteur de l'abri (comme indiqué dans le contexte climatique). La hauteur de sous-plafond conditionne la présence optionnelle d'une mezzanine à l'intérieur de l'abri.

La toiture: La toiture est un élément clé de l'abri. C'est l'élément principal pour répondre aux catastrophes et crises. Suite à l'identification des différents types d'abris conçus et construits par la CR dans plusieurs régions (IFRC & RC Ten Design, 2003), un modèle de toiture a été adopté dans le développement du prototype. Le modèle de toiture est:

- Une toiture multi-pentes.

D'autres modèles de toiture plus complexes existent, mais dans cette recherche nous nous limitons à un seul type cités ci-dessus.

Le processus de développement de la toiture sera exposé ultérieurement. La forme ou le modèle de la toiture, ainsi que sa direction et sa rotation devront être reliées à des paramètres climatiques (tel que le vent, l'orientation, le climat, l'ensoleillement, la ventilation...). Dans ce prototype la variation des paramètres de la toiture s'effectue manuellement. Dans les travaux à suivre, l'idéal sera d'incorporer les paramètres contextuels dans l'environnement de modélisation.

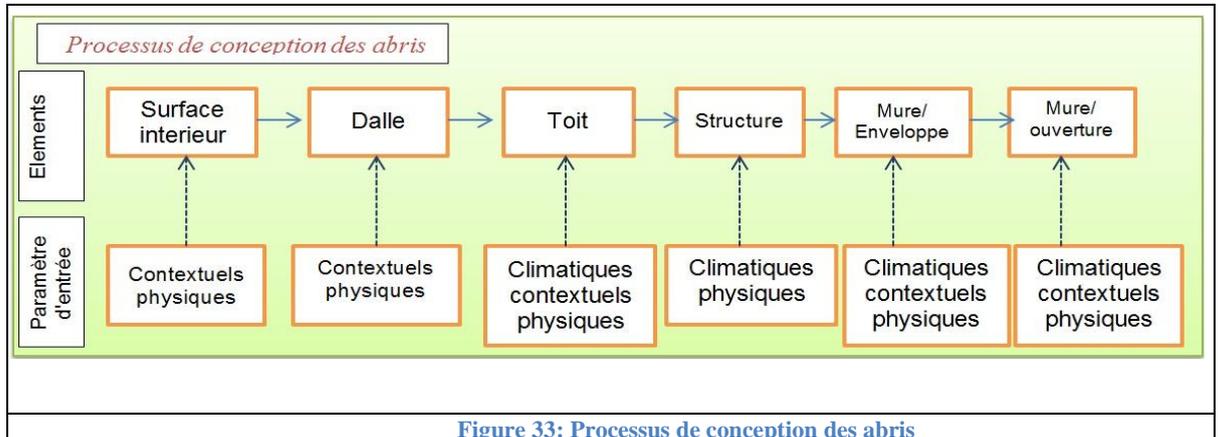
Les extensions de la toiture: Les extensions de la toiture ainsi que leurs débordements sont des paramètres qui ont été intégrés dans le processus de conception du démonstrateur. Ces paramètres sont également définis par des conditions climatiques et contextuelles. L'extension de la toiture est aussi reliée (comme déjà mentionné) par l'extension et la direction de la dalle.

La structure: La représentation de la structure ainsi qu'un système de contreventement est un paramètre prévu dans la conception du prototype. Les structures doivent répondre aux spécifications et aux normes nationales et internationales. Un recours à des spécialistes techniques et des ingénieurs structures possédant une expérience antérieure de solutions appropriées ou de bonnes pratiques doit être préféré. La présence de ces paramètres doit être également en relation avec des conditions climatiques. Ceci étant très important pour prévoir une résistance des abris contre les changements climatiques ou les catastrophes (tempête, séisme...).

Les paramètres de ces éléments retenus ont des contraintes dimensionnelle ou géométrique tout au long de la conception et du développement ; Les contraintes dimensionnelles ont maintenu des relations mesurables en limitant les paramètres par des marges de variation, alors que les contraintes de géométrie ont maintenu une relation de forme et de d'orientation entre les différents éléments. Ces contraintes ont permis un bon fonctionnement de l'abri.

5-2- Le processus de conception de l'abri

Le processus de conception de l'abri est un processus linéaire. Il était essentiel d'identifier ce processus pour comprendre l'ordre logique dans lequel les informations concernant ces différents éléments sont définies et donc insérées dans des méthodes de modélisation paramétriques (fig 33).



Un modèle conceptuel a été développé pour aider dans la modélisation. Ceci a pour but d'identifier les relations possible entre les différents éléments de l'abri, ainsi que définir les paramètres implémentés dans la conception de chacun.

Le processus de conception du prototype commence par le nombre de personne qui devraient vivre à l'intérieur du refuge.avec la surface demandée par habitant qui nous permettra de constater la surface demandée par abri.

Cette surface est la base de tous les éléments implémentés. Elle sera ainsi en relation avec les autres paramètres. La dalle et les extensions ainsi que la toiture et les structures seront déduits par la suite à travers la surface intérieure et les variables contextuelles ainsi que climatiques.

Le toit a un rôle clé dans la personnalisation des abris en effet. L'importance accordée au toit en tant qu'élément essentiel de la conception résulte du fait que cette forme répondra aux conditions climatiques locales

Le choix de la toiture peut se faire directement après la surface. Les structures et l'enveloppe du logement se font par déduction de la toiture choisie. En effet la toiture a un rôle primordial dans la personnalisation des abris. L'espace intérieur est « vide » laissant à chaque famille la liberté de configurer leur disposition de préférence. Cette démarche de conception validée par l'architecte Diane Heirend diffère de celle décrite dans l'article de Gonçalves (Gonçalves, 2014). Gonçalves s'est basé sur des grammaires et modules de

configuration en partant d'une forme initiale permettant une extension et un développement de cette forme initiale. Ce qui diffère dans notre démarche est l'importance que nous accordons à la toiture qui forme l'élément essentiel. La démarche de génération des grammaires de forme suivie par Gonçalves est intéressante au niveau de la production de la masse comme on a déjà vu avec l'ouvrage de Deborah pour la reconstruction d'Haïti (Deborah et al., 2011).

Dans la suite nous élaborons en détail les éléments de l'abri retenus dans la conception, leurs propres paramètres et marges de variations qui aident dans leur caractérisation.

Surface Intérieure

La surface intérieure minimale est un élément abstrait. Il sert comme base pour définir d'autres éléments, comme la dalle et la toiture. Cette surface base de l'abri est définie par un ensemble des opérations géométriques (fig. 34). Ces paramètres qui conditionnent la création de la surface intérieure sont :

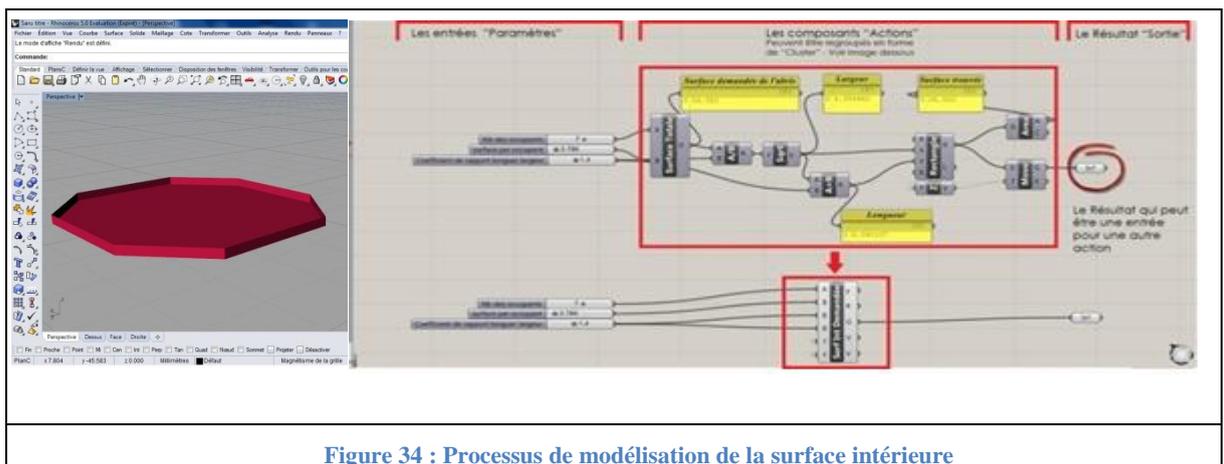


Figure 34 : Processus de modélisation de la surface intérieure

- **Nombre de personne**

Une information qui doit être fournie par les organisations prises en charge d'accueillir les populations déplacées.

La valeur de nombre de personne par abri dans ce prototype est comprise entre 4 et 10 personnes.

- **Surface intérieure par personne**

Cette surface est plus grande ou égale à 3.5 m² par personne. L'intervalle de variation de la surface par personne est entre 3.5 m² et 6 m². Cela est défini par la durée de vie de l'abri.

La valeur de la surface intérieure définie dans le prototype est comprise entre

$$3.5 \text{ m}^2/p \text{ et } 6 \text{ m}^2/p$$

- **Relation Largeur/Longueur**

Une relation entre la longueur et la largeur de l'abri a été maintenue pour assurer une surface et forme viable à l'intérieur. Cette contrainte permet de changer la surface en gardant l'espace d'intérieur viable tout au long de processus de la conception.

La valeur de coefficient entre largeur et longueur définie dans le prototype est comprise entre 1.2 et 1.8.

Dalle

La dalle est l'élément qui est défini par la surface intérieure de base. Des opérations d'algorithmes sont appliquées à la surface inférieure afin de constituer un élément de construction ; la dalle (fig. 35). Ces opérations varient entre extrusion, déplacement, rotation... En plus des opérations de base, d'autres opérations de dépendance et de conditions sont implémentées dans le processus de modélisation de chaque élément constructif de l'abri. Les paramètres implémentés dans la conception de la dalle sont de types physiques ainsi que contextuels. Ceci aide à donner une caractéristique sémantique de cet élément. Les paramètres qui aident dans la définition des caractéristiques de la dalle sont donc :

- **L'épaisseur de la dalle**

Ce paramètre dépend en principe des matériaux de construction choisis pour l'abri. Ces matériaux de construction sont en relation avec les conditions climatiques pour limiter l'échange et le transfert de chaleur.

La valeur de l'épaisseur de la dalle définie dans le prototype est comprise entre 10 cm et 25 cm

- **Le surélévement de la dalle**

Ce paramètre choisi dans la conception de l'abri est très important. Il permet d'éviter le transfert et la perte de chaleur par le sol, ainsi que de réduire l'écoulement d'eau de pluie ou de fonte de neige à l'intérieur de la zone couverte. Le surélévement de la dalle peut aussi réduire la présence des insectes dans l'abri. Un autre intérêt pour ce paramètre, c'est qu'il permet de placer l'abri dans un terrain qui n'est pas horizontal.

La valeur de surélévement de la dalle définie dans le prototype est comprise entre 0 et 60 cm

- **Les extensions de la dalle**

Ce paramètre choisi dans la conception de l'abri doit être relié aux traditions et culture des populations. En effet, c'est la population affectée qui, étant la première à fournir des solutions, doit intervenir dans la personnalisation des éléments comme dans le cas des extensions de la dalle. Ces extensions peuvent être des lieux pour cuisiner ou bien pour se protéger contre le rayonnement du soleil et la pluie. La direction de l'extension peut être ainsi choisie. Cette direction doit être reliée aux paramètres du camp pour limiter les vis-à-vis avec les voisins ainsi que pour définir l'entrée des abris. La direction de l'extension définie par la suite la position de la porte. Donc, la porte est positionnée sur le mur du côté avec l'extension de la dalle la plus grande.

La valeur d'extension de la dalle définie dans le prototype est comprise entre 1.5 m et 3 m.

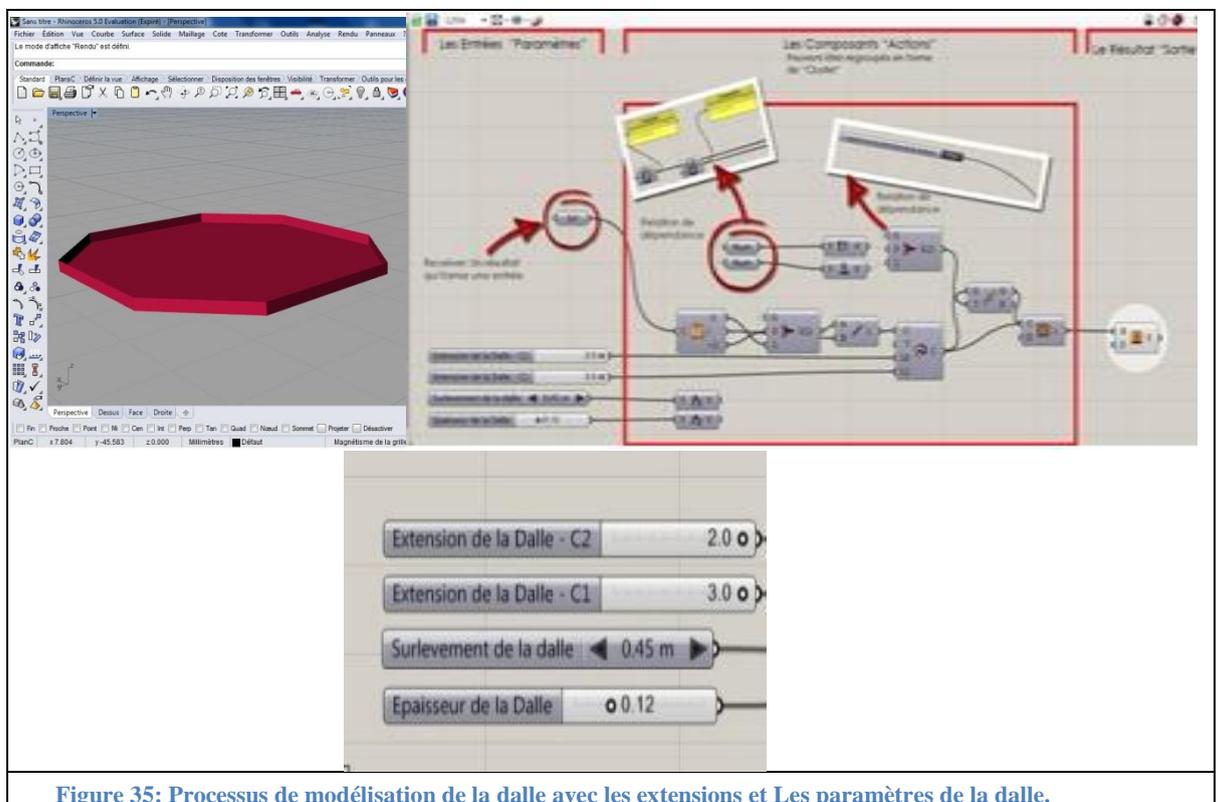


Figure 35: Processus de modélisation de la dalle avec les extensions et Les paramètres de la dalle.

Toiture

La toiture est l'élément le plus complexe dans la modélisation du prototype. Un modèle de processus de modélisation conceptuel a été défini afin d'identifier les relations qui peuvent relier la toiture à d'autres éléments de l'abri. Ainsi des opérations d'algorithmes ont défini la toiture (fig. 36).

Ses paramètres sont reliés entre eux par des opérations et formules mathématiques, algorithmiques et conditionnelles. Les paramètres qui définissent la toiture sont :

- **Les trois points de contrôle**

La toiture est définie par un segment formé de trois points de contrôle (deux aux extrémités et le troisième dans le segment formé). La longueur de segment est reliée à la longueur déjà définie par la surface intérieure précédemment. Les points de contrôle aux deux extrémités du segment sont définis par une valeur suivant l'axe Z. Alors que le troisième point entre les deux extrémités est défini par une valeur Z mais également par une valeur X ou Y selon la direction de la toiture. Donc ce point peut se déplacer sur le segment entre les deux extrémités sans les dépasser. La valeur Z de chaque point est définie par des opérations mathématiques afin de ne pas tomber sur des formes indésirables.

Les marges de variations des valeurs Z des trois points de contrôles définies dans ce prototype sont comprises entre 0 et 1.5 m.

- **La direction de la toiture**

Cette direction de la toiture doit être reliée aux paramètres du camp pour limiter les vis-à-vis avec les voisins ainsi que pour définir l'entrée des abris. Dans le prototype la direction était choisie manuellement comme déjà indiqué pour les autres paramètres. Elle suit également la direction de la dalle.

Cette direction est définie par des relations de dépendances qu'offrent « Grasshopper ». Cette opération 'toggle' permet de varier les entrées.

- **La géométrie de la toiture**

La toiture peut avoir deux formes géométriques. Ces formes choisies sont les plus utilisées dans les solutions similaires déjà implémentées dans des situations diverses. Nous distinguons alors deux formes, une toiture plate avec une pente et une toiture à deux pentes. Le choix de la catégorie est fait selon des conditions climatiques ou également des conditions contextuelles et traditionnelles.

Le choix de la géométrie de la toiture est fait par une opération de 'toggle' entre les entrées.

- **L'épaisseur de la toiture**

Comme la dalle, la toiture est définie par une extrusion pour lui donner une épaisseur et lui donner des caractéristiques sémantiques. Ce paramètre dépend des matériaux de construction choisis pour l'abri. Ces matériaux de construction sont également en relation avec les conditions climatiques de la région.

La valeur de l'épaisseur de la toiture est comprise entre 10 cm et 25 cm.

- **Le débordement de la toiture**

Pour limiter et diminuer le rayonnement solaire sur les parois extérieures de l'abri, des débordements de la toiture sont prévus de chaque côté. Cet élément est donc relié à des paramètres climatiques. La valeur de débordement ainsi que les cotés de débordement varient selon les besoins.

La valeur de débordement de la toiture est comprise entre 10 cm et 60 cm.

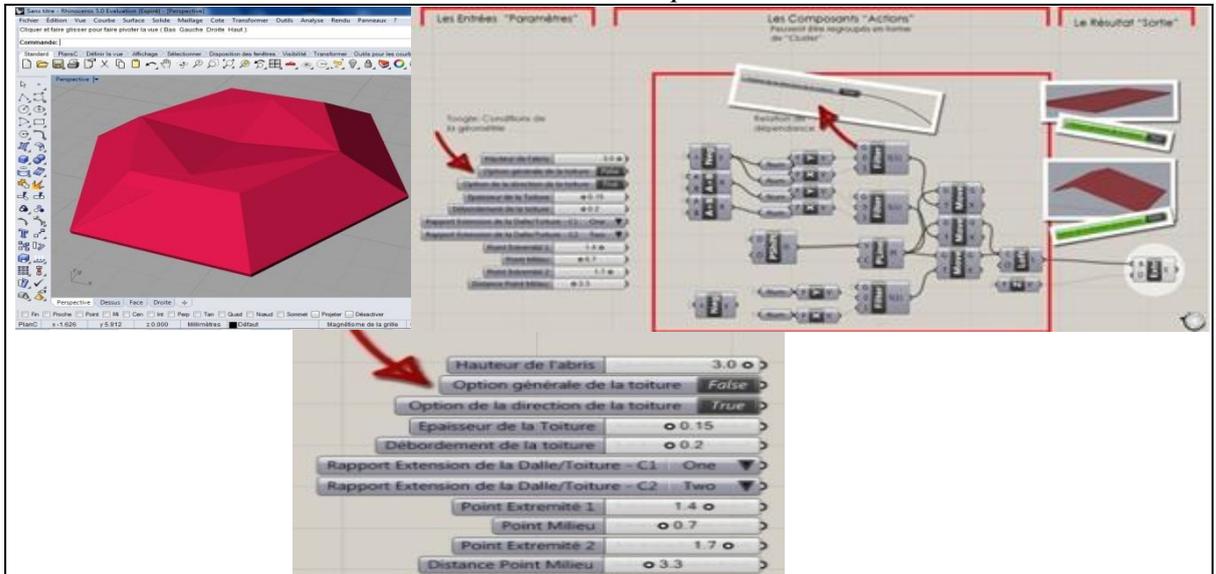


Figure 36 : Processus de modélisation de la toiture et Les paramètres de la toiture.

Mezzanine

La mezzanine est un élément qui suit des conditions reliées à la hauteur sous-plafond. L'apparition d'une mezzanine dans le prototype se fait si la hauteur sous-plafond couvre certains critères (fig. 37). La hauteur sous-plafond d'une des deux cotés doit être plus grande ou égale à 1.5 m. Les autres paramètres qui définissent les caractères de la mezzanine sont :

- **L'épaisseur de la mezzanine**

La mezzanine est définie par une épaisseur pour lui donner des caractéristiques sémantiques. Ce paramètre dépend des matériaux choisis.

La valeur de l'épaisseur de la mezzanine définie dans le prototype est comprise entre 10 cm et 25 cm.

- **La largeur de la mezzanine**

La mezzanine est définie aussi par une largeur. Cette largeur est en relation avec la largeur de l'abri. Un domaine de variation de largeur pour la mezzanine est défini en fonction de la largeur du côté de l'abri pour éviter que la mezzanine dépasse la largeur de l'abri.

La valeur de la largeur de la mezzanine définie dans le prototype est comprise entre 0 cm et la largeur totale de l'abri.

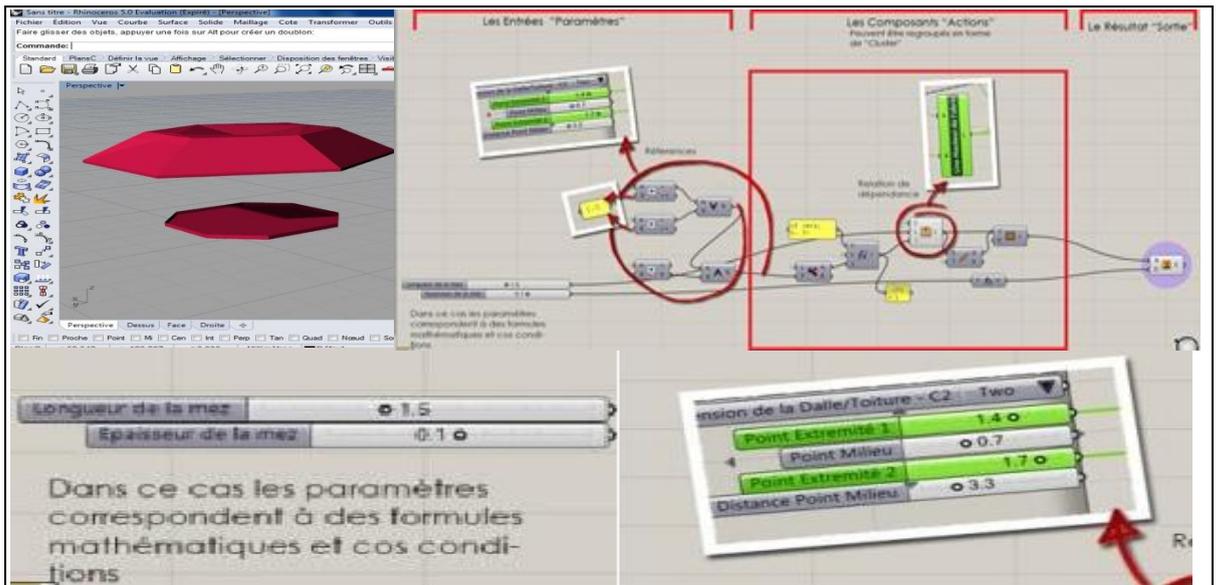


Figure 37 : Processus de modélisation de la mezzanine et Paramètres et conditions de l'apparition de la mezzanine.

La Porte

Cet élément est relié à la direction de l'extension de la dalle extérieure. La porte suit alors le côté avec la plus grande extension. Les paramètres qui définissent la porte sont :

- **La position de la porte**

La position de la porte dans le mur côté plus grande extension de dalle peut varier dans une marge qui correspond aux dimensions du mur. Cela fait en sorte que la porte reste insérée dans le mur et qu'elle ne dépasse pas les limites.

- **La hauteur et la largeur de la porte**

La hauteur de la porte varie entre 1.8 m et 2.2 m alors que la largeur de la porte varie entre 0.9 met 1.2 m.(fig 38)

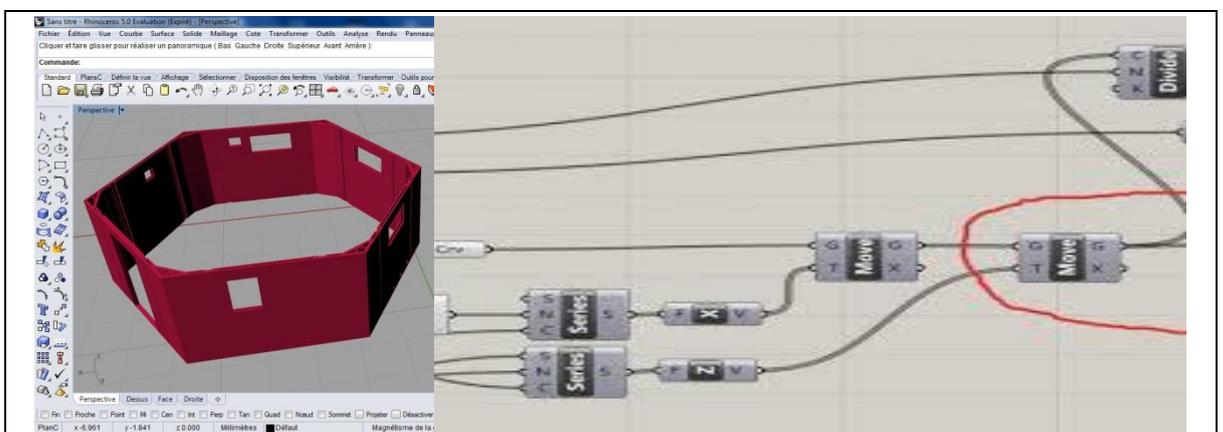


Figure 38 : Processus de modélisation de la forme et les ouvertures et Paramètres et conditions de l'apparition

La structure

Cet élément est relié à des contraintes climatiques (tempête, séisme...). Un apport des experts est nécessaire dans la conception structurelle pour le dimensionnement des poteaux, des poutres et le contreventement. Les paramètres qui définissent la structure sont :

- **L'espace des poteaux et leurs positionnements**

La division entre les structures peut se faire selon plusieurs façons, soit il faut partir du milieu ou des côtés. Cette opération a été créée à l'aide d'un composant de programmation C# écrit dans « Grasshopper »¹⁸.

La marge de variation de l'espace de la structure est entre 1 m et 3 m.

- **La section des poteaux et poutres**

La section des poteaux dépend des matériaux utilisés. Etant donné que les matériaux n'étaient pas pris en considération, une marge de variation de la section a été établie pour permettre une modification manuelle de cette valeur.

La section des poteaux peut avoir une forme triangulaire.

- **La présence des contreventements**

La présence des contreventements ou non est également reliée aux conditions climatiques et contextuelles. Cela permet de protéger l'abri contre les tempêtes et de le rendre plus solide et rigide. Les avis des experts dans en structure est important dans la définition de ces éléments afin de maintenir les normes de protection.

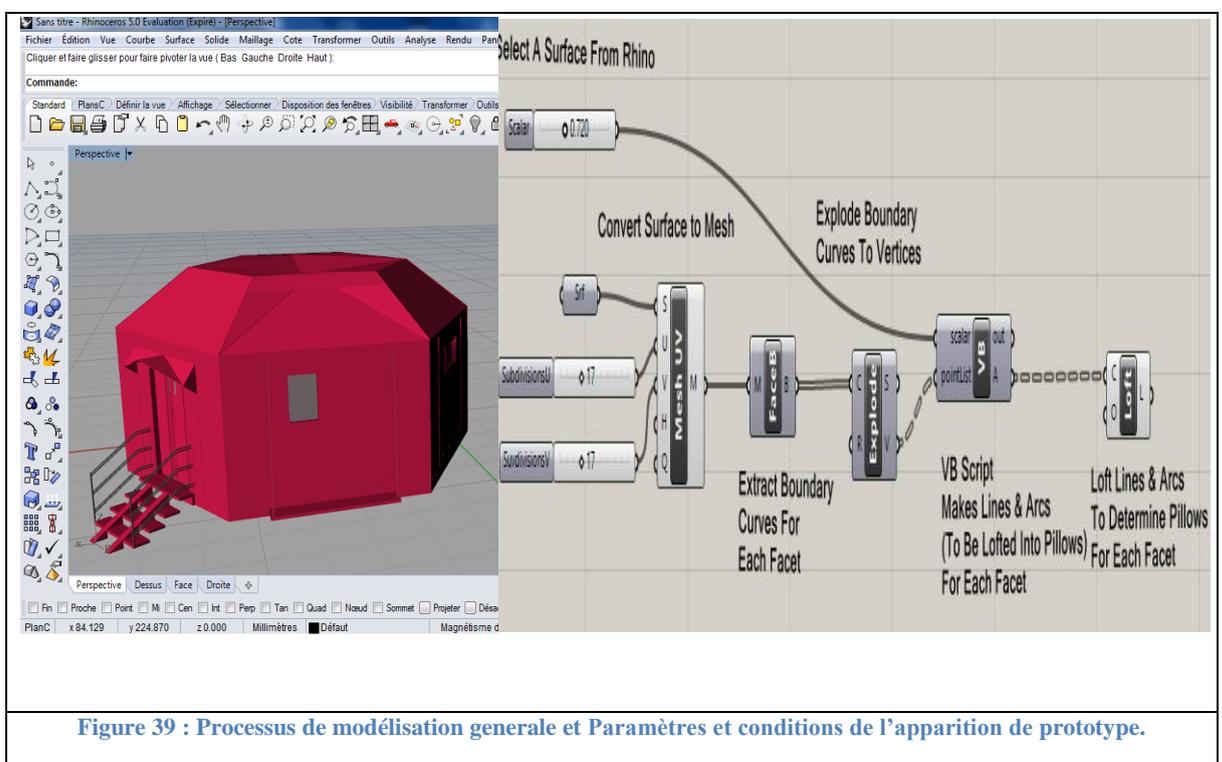


Figure 39 : Processus de modélisation générale et Paramètres et conditions de l'apparition de prototype.

¹⁸Ce langage de programmation a été créé avec l'aide d'un spécialiste de programmation

6- Développement du camp

Le développement d'un environnement urbain (un camp d'urgence planifié) suite aux catastrophes présente une complexité. Ceci est dû aux besoins rapides des populations touchées par les crises. Comme déjà cité dans les introductions, les intervenants dans les crises, se concentrent sur les besoins immédiats en oubliant le développement à l'échelle du camp.

La conception du camp devrait être liée aux types de solutions envisagées pour l'hébergement qui doivent être conformes aux normes. Les auteurs proposent une approche multicritères plutôt que le soi-disant «processus de conception itérative» et identifient les paramètres et les relations entre les éléments pertinents du camp. Ces relations ont été combinées pour définir un modèle conceptuel.

On peut identifier deux façons principales pour regrouper les abris :

1. La méthode préférée consiste à organiser le site en unités communautaires de base, constitué par un certain nombre de centres d'accueil et des installations communautaires (latrines, points d'eau et des zones de lavage) (Toole, 1990). Ces unités de base doivent correspondre à la conception d'aussi près que possible de celle avec laquelle les réfugiés sont les plus familiers (exemple UNHCR. Handbook for Emergencies. Geneva: UNHCR, 1982.)
2. La mise en place des abris en grille est une autre possibilité, mais celle-ci n'est pas recommandée, car elle prive les familles de l'espace personnel, et augmente les distances de latrines et points d'eau. D'autre part, une telle disposition peut être mise en œuvre rapidement et est souvent préférée quand il faut faire face à un afflux soudain et massif de réfugiés.

6-1- Paramètres retenus dans le processus de conception du camp.

Une décomposition des composantes du camp est essentielle lors de l'extraction des éléments du camp, tels que la route, les lots, les sanitaires, les espaces, les dimensions, les espaces verts, les espaces de rassemblement (tableau 9).

Tableau 9: Paramètres du camp

Elements	Parametres	Types de parametres		
		physique	contextuel	climatique
Site	-Forme	*	*	/
Routes	- largeur	*	/	/
	- Route d'évacuation	*	/	/
Éléments spécifiques	-sanitaires	*	*	/
	- point d'eau	*	/	/
	- espace vert	*	/	/
Position d'abris	-espacement entre les abris	*	*	/
	-rotation de la terre	/	*	*
	-les abris supplémentaires	/	*	/
	-rotation des abris	*	*	*

Les variables retenus dans la conception du camp sont:

Accessibilité du site: l'accessibilité du site par les routes aidera à déterminer l'utilisation des terres en fonction de cette contrainte (par exemple, les services et la zone de réception centrale). Dans ce camp, des accès pour le site à partir de routes externes est identifié.

Orientation du site: l'orientation pour les utilisations du sol est définie en fonction de l'exposition au soleil. Il est prévu de maintenir un environnement de vie confortable. La partie sud du site est la plus exposée au soleil.

Rotation des parcelles : La rotation des parcelles peut se faire manuellement. Cette rotation permet de choisir la bonne orientation. Ainsi, nous pouvons effectuer une rotation de l'ensemble des abris.

Les chemins : Les chemins entre les parcelles ont été fixés suivant les normes et standards internationaux des camps.

Les parcelles : Un module de quatre parcelles différentes est créé. Ce module est multiplié à l'intérieur d'un site.

Le site : Le site choisi dans ce prototype était considéré comme horizontal. Un composant permettant de choisir une forme de site importé dans « Rhinocross ».

6-2- Le processus de conception des camps:

Le processus de conception du camp est validé dans une expérience paramétrique. Le prototype a été développé en définissant les éléments suivants: la configuration principale du camp basée sur les critères culturels et contextuels, les nœuds de mobilité, les routes et la distance entre les abris, les routes intérieures, la hauteur des abris et la distance entre eux, l'emplacement des différentes ressources (Lieu de rassemblement, points d'eau et sanitaires, aire de rassemblement, bâtiments scolaires et religieux, etc.) (fig 40).

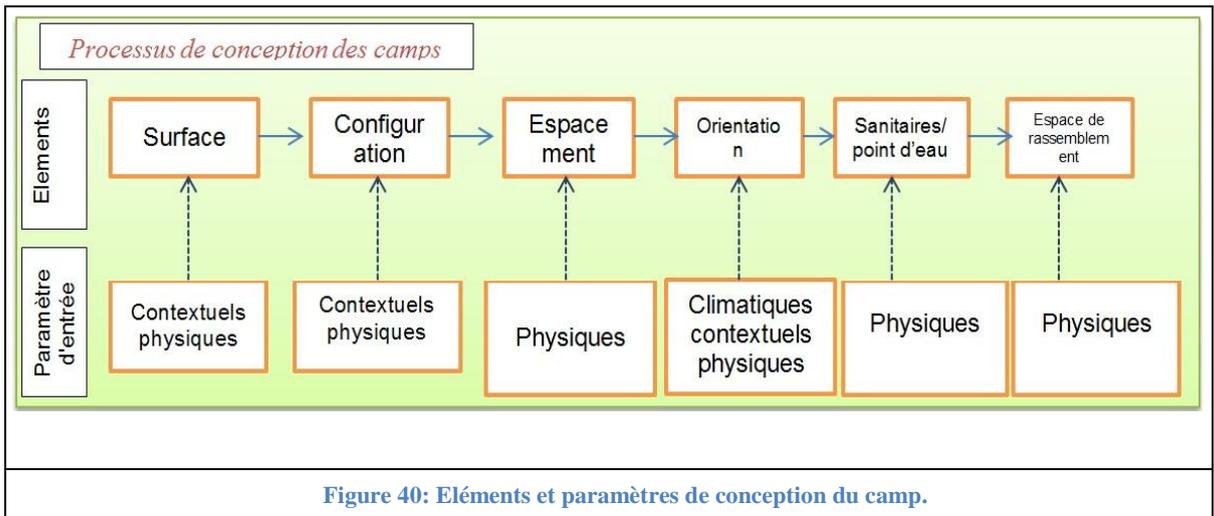


Figure 40: Eléments et paramètres de conception du camp.

Les exigences en termes d'usages et les relations entre ces usages devraient être maintenues dans le processus de conception. La syntaxe de l'espace a été utilisée pour générer la représentation graphique des relations entre les différents usages.

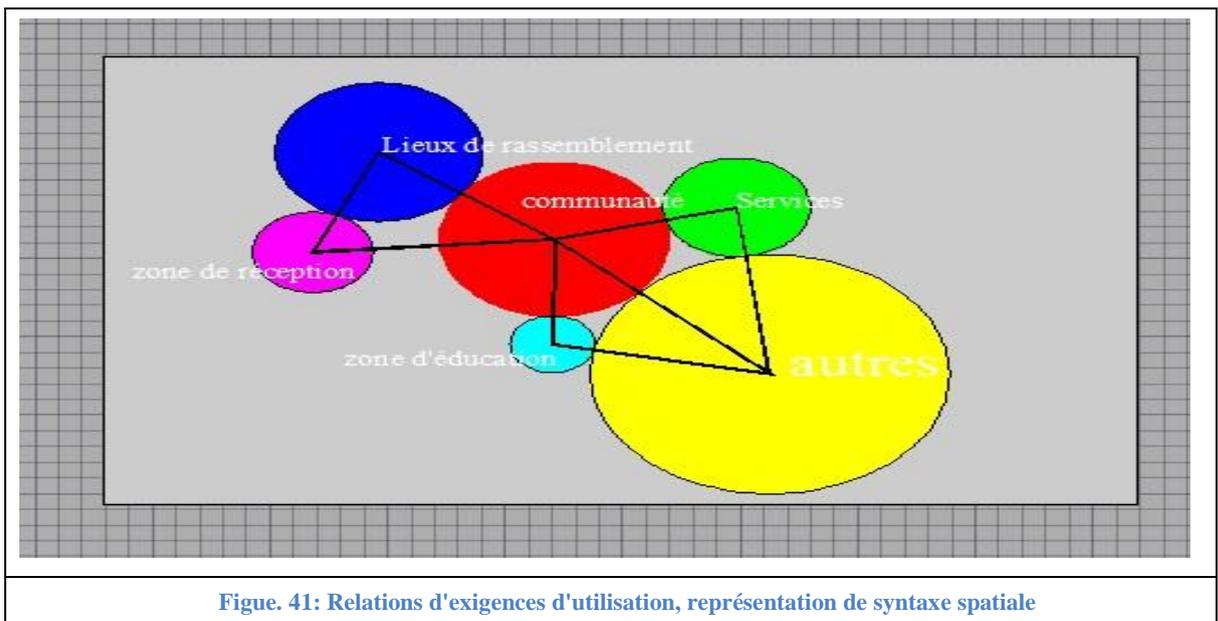


Figure. 41: Relations d'exigences d'utilisation, représentation de syntaxe spatiale

Cette représentation graphique est projetée selon les conditions du site. Les espaces d'utilisation sont calculés conjointement avec les contraintes identifiées, afin de distribuer et d'optimiser les espaces du site pris en compte: (1) les contraintes et (2) le maintien des relations entre elles. Les relations entre les espaces ont été implémentées à l'aide du plug-in "Kangaroo" pour "Grasshopper".

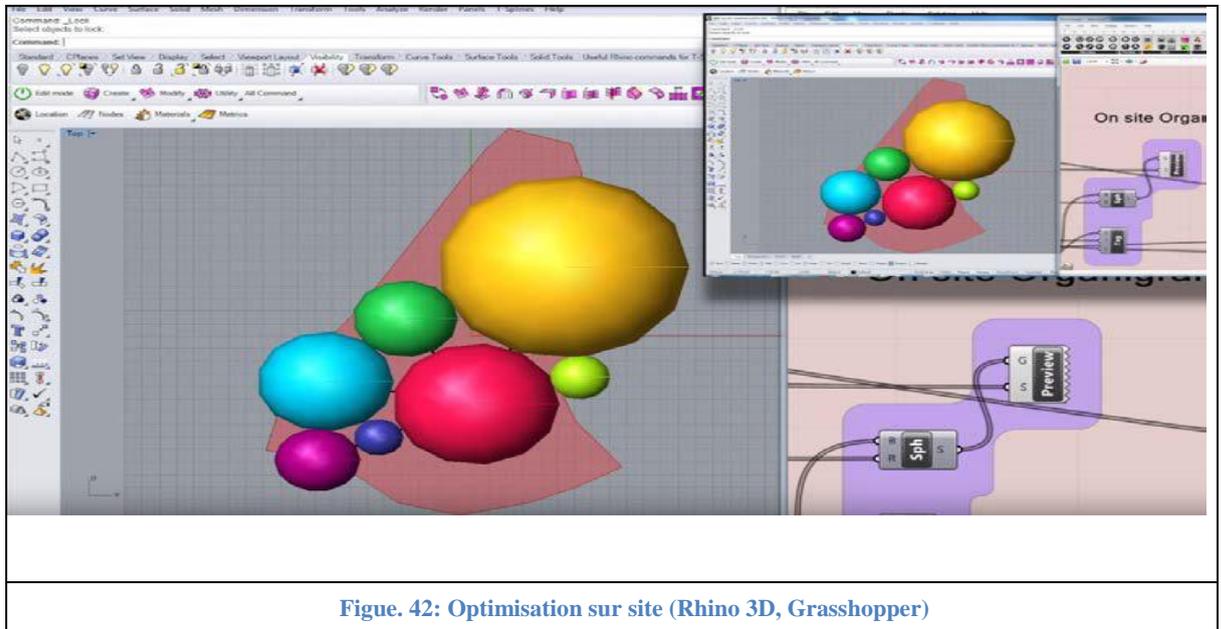


Figure. 42: Optimisation sur site (Rhino 3D, Grasshopper)

Nous proposons un processus de conception des camps, identifions les éléments fondamentaux des camps ainsi que les paramètres et relations qui agissent ensemble pour définir un modèle conceptuel.

Une analyse des besoins et des problèmes est essentielle. La conception des camps doit être reliée aux types de solutions envisagées. Dans le prototype nous considérons un camp qui répond aux besoins immédiats avec une durée de vie de 4 à 5 ans. Le terrain considéré est plat, sans courbe de niveau.

Un ensemble de but doit être défini également concernant le nombre d'abris et des déplacés. Des questions se posent Durant le développement d'un camp d'urgence, les solutions proposées doivent être conformes aux standards déjà cités.

En outre, le camp conçu doit être une solution unique qui résultera d'une combinaison particulière entre les paramètres et les données physiques, climatiques ainsi que contextuelles. Dans la suite nous présentons quelques vues des prototypes du camp développé.

L'aspect génératif que propose « Grasshopper » devait être testé dans la conception du camp. Il s'agit d'agir sur les paramètres du camp pour trouver la meilleure configuration des parcelles et des abris. De même des autres exercices individuels ont été développés au cours du travail agissant sur des éléments particuliers :

- Disposition des latrines pour avoir la plus petite distance avec les abris.
- Configurer un ensemble des espaces verts dans le camp.

Le module créé est divisé en quatre parcelles de surface différentes (les surfaces varient proportionnellement) (fig. 43). De même les hauteurs des blocs subissent des transformations en relation avec des formules et des éléments attirants (attractor point /Curve). Cela permet d'avoir des hauteurs différentes des abris.

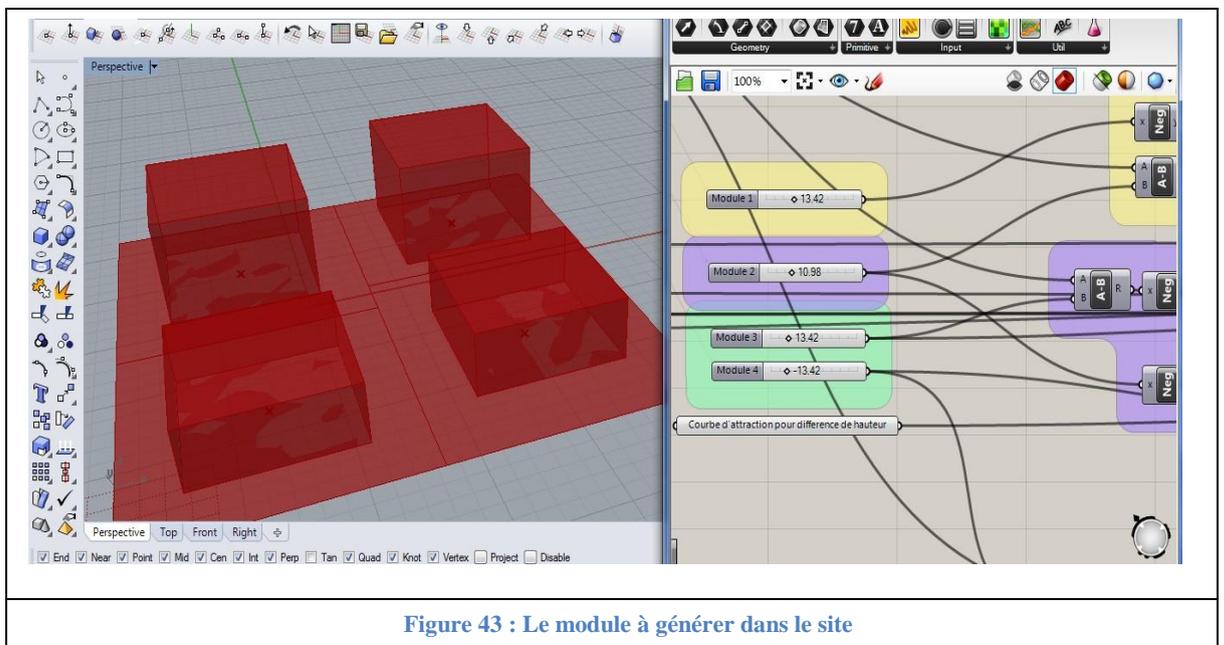


Figure 43 : Le module à générer dans le site

Dans la figure 44, nous testons ce module dans une polygone qui désigne un site horizontal. Un composant représente cette courbe qui peut être changée par une simple sélection dans « Rhinoceros ». Les abris et terrains générés se délimitent à l'intérieur de cette courbe fermée représentant le site en suivant des conditions fixées.

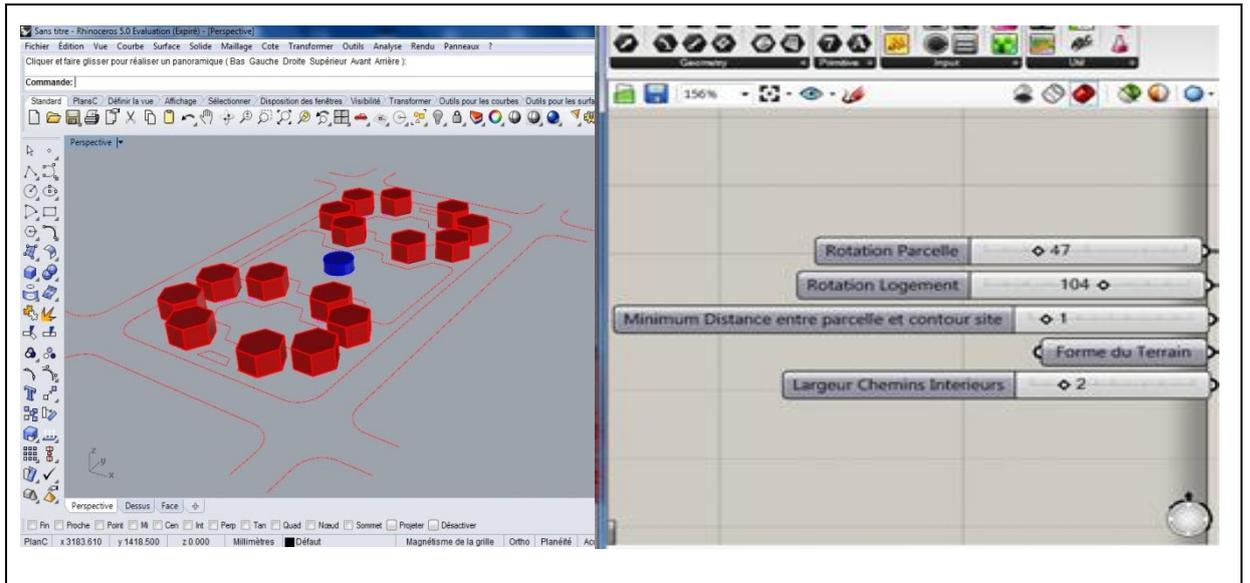


Figure 44 : Un démonstrateur sur une forme du site choisi

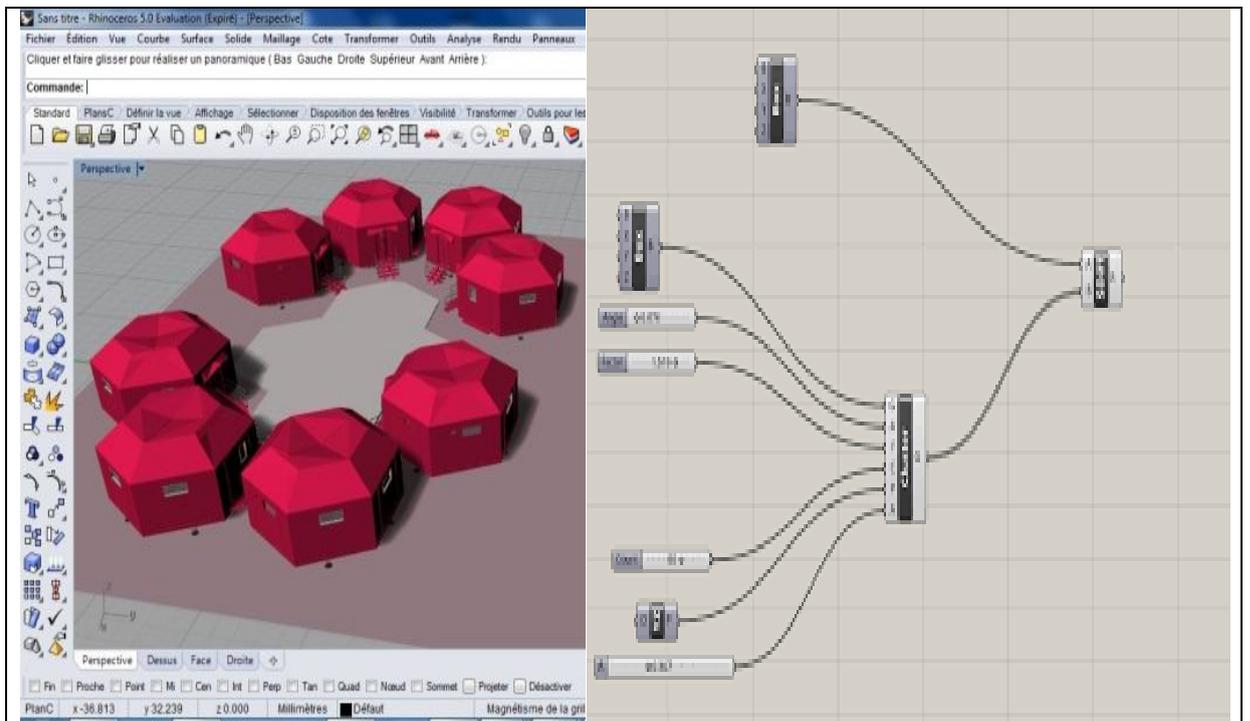


Figure 45 : Processus de modélisation générale et Paramètres et conditions de l'apparition du camp .

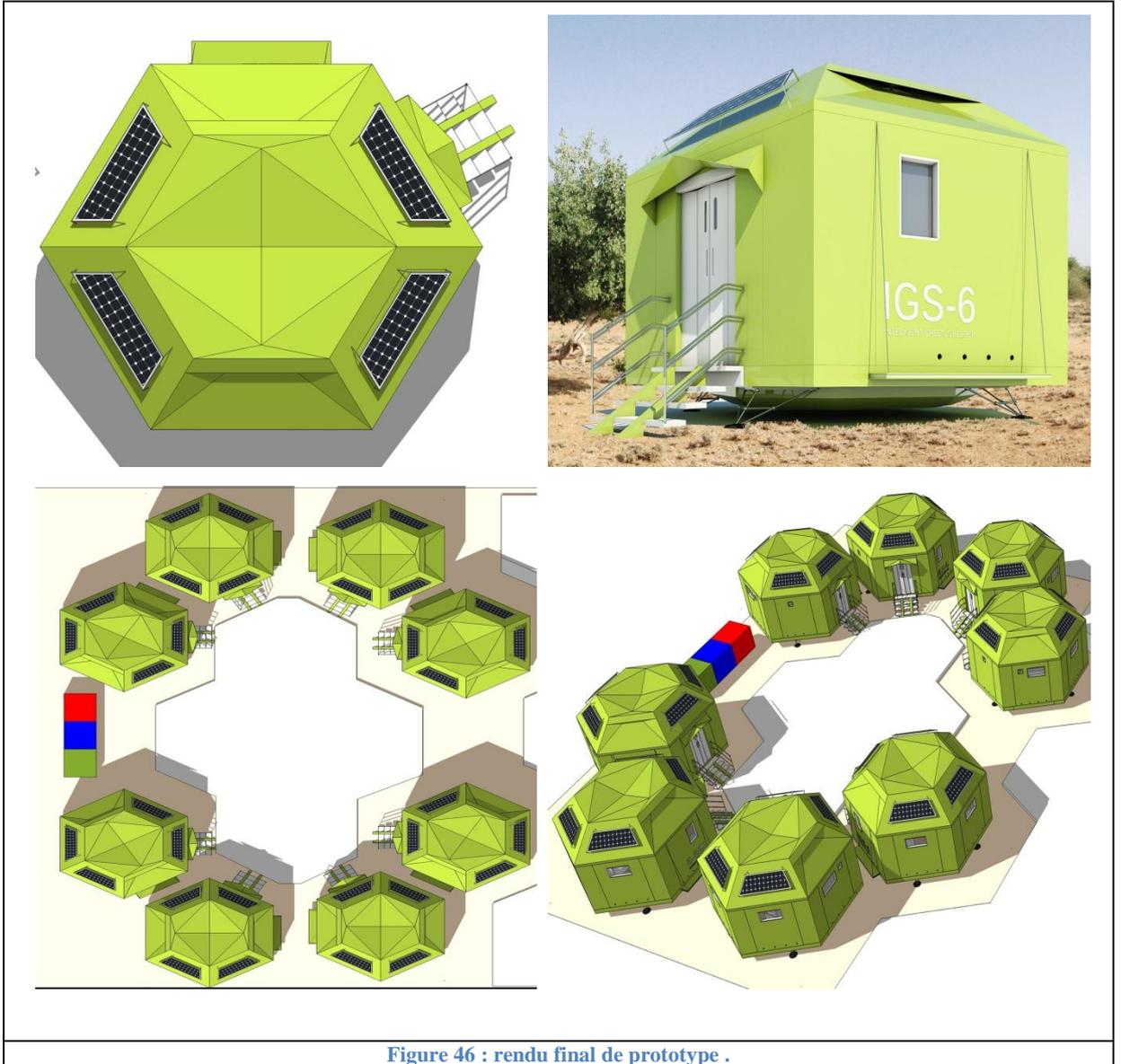


Figure 46 : rendu final de prototype .

7- Expérimentations et discussion

Le système proposé présente une opportunité pour un futur développement. Les contraintes et limites du modèle n'empêchent pourtant pas un certain niveau de flexibilité de celui-ci. Ces limites étaient nécessaires dans la définition des marges durant le travail. Cela réduit les formes inacceptables que le concepteur peut obtenir. Nous serons donc sûrs que le modèle résultant suit les normes et les standards. Le concepteur à travers ce système est capable de déterminer des solutions optimales pour un scénario présent. Pour tester l'efficacité de ce système, le prototype a été confirmé à des norms et des standards dans le domaine humanitaire et de la conception architecturale et urbaine.

En premier lieu, les remarques generals de prototype portaient sur l'intérêt d'un tel logiciel pour les abris d'urgence sachant que d'autres logiciels plus classiques peuvent être aussi efficaces. On a trouvé que la prise en considération du développement urbain ainsi que les paramètres reliés aux matériaux, à la structure et à la ventilation naturelle pourrait montrer l'intérêt de l'utilisation du « Grasshopper » dans ce contexte. Un autre point développé, est l'importance de se rapprocher de la culture de chaque région en essayant de raconter des histoires basées sur des cas d'utilisation, dans le but de personnaliser les abris et les rendre plus humains et plus acceptables par les habitants. De plus la toiture est l'élément clé de l'abri. Il faut ainsi porter une attention particulière aux inclinaisons de la toiture, unifier les angles, avoir une possibilité d'ajouter une deuxième toiture dans les climats chauds ou selon le besoin. on a également pointé sur l'aspect constructif que peut présenter un système paramétrique ainsi que sur la nécessité de limiter les marges de variations, mais aussi de les expliciter à l'utilisateur.

En deuxième lieu. on a trouvé un intérêt avec une telle approche pour répondre aux besoins humanitaires en prenant en compte en les paramètres structurels, contextuels et urbains ainsi que dans la génération des cahiers de charge, les détails de constructions et tous les documents nécessaires. on a également validé l'application pour l'assistance à la planification des camps, bien que notre prototype ne fût pas encore développé au moment de l'entretien. les approches les plus appliquées pour le développement de camp sont basées sur des compétences logistiques. Bien que cette considération soit essentielle, il ressort de son expérience que la planification de la répartition des abris gagnerait à prendre en compte des aspects socioculturels comme d'anticiper le regroupement de familles.

8- Conclusion

Le travail présenté dans cet recherche interroge la capacité de la modélisation paramétrique à assister dans la conception humanitaire et plus particulièrement dans la conception des abris et camps d'urgence dans le but d'aider les architectes et les concepteurs humanitaires dans la prise de décision. Le résultat principal est un prototype permettant de modéliser un abri paramétré avec l'impact des paramètres contextuels et climatiques manuellement.

Dans le domaine humanitaire, les approches paramétriques se développent avec plusieurs ouvrages qui traitent ce sujet. Néanmoins, ces applications restent timides avec des travaux qui exposent des sujets spécifiques sans entrer dans la complexité du travail humanitaire au niveau urbain et au niveau de l'adaptation contextuelle.

Par contre la problématique de ce travail était de définir une liste des paramètres récurrents qui serviront à la modélisation d'un abri et camp d'urgence. Trois types ont été identifiés : (1) paramètres physiques, (2) paramètres contextuels, (3) paramètres climatiques. Ainsi, il fallait identifier les relations et les marges de variation qui définissent les paramètres de l'abri et du camp. Le projet étant une partie d'une éventuelle thèse dans le futur, nous avons pu définir les différents enjeux qui entrent dans la conception humanitaire et qu'il faut prendre en considération dans tout le processus de la conception.

Le prototype développé exploite une liste des variables physiques, contextuelles et climatiques. Au niveau des variables contextuelles et climatiques, les modifications des valeurs et des conditions étaient faites manuellement. Dans le futur travail de thèse ces modifications seront plutôt automatisées par des formules mathématiques, algorithmiques et des conditions. Grâce à ce principe de modélisation paramétrique dans le domaine humanitaire, les organisations responsables d'assurer les solutions, auront un système qui les aidera dans la prise de décision dans la conception des abris et camps.

9- Difficultés et limites

Les difficultés rencontrées dans ce travail de recherche étaient surtout reliées au logiciel choisi pour la modélisation paramétrique, ainsi qu'au développement au niveau urbain et la prise en considération des paramètres contextuels et climatiques.

La modélisation urbaine au niveau du camp s'est heurtée à la complexité que présente le camp et au manque de documentation sur le sujet. C'est pour cela que nous nous sommes limités à quelques paramètres dans ce travail ainsi qu'à une forme du terrain horizontale pour tester quelques relations. Ainsi, au niveau des paramètres contextuels et climatiques, comme déjà indiqué, la modification des paramètres se faisait manuellement.

Au niveau du logiciel, cette méthode de travail peut manquer de flexibilité ; il faut bien préciser les buts et les perspectives ainsi que la liste des éléments désirés à pouvoir paramétrer avant le début du travail. Au cours du travail, ajouter des algorithmes de variations au modèle était difficile.

Nous notons également un manque de sémantique pour les éléments de construction ; les éléments modélisés restent dépourvus de caractérisation métier ou qualitative. Des plugins qui peuvent être ajoutés pour « Grasshopper » aident à donner aux éléments leurs caractéristiques qualitatives et sémantiques (ex. VisualArq). Ce plugin n'a pas été testé dans ce travail de recherche. Une autre difficulté au niveau de l'environnement de modélisation, c'est la complexité de gérer un modèle avec beaucoup de composants. D'où la nécessité de bien organiser le « workflow » des opérations utilisées.

Liste des figures

Figure 1 : Augmentation du nombre d'événements climatiques, source Münchener Rückversicherungs- Gesellschaft, GeoRisks Research, NatCatSERVICE – As at January 2013.	08
Figure 2 : le phenomene d'urbanisation dans les villes Source Wikipedia	09
Figure 3 : les refugees dans le monde – 2015, source www.unhcr.fr	10
Figure 4 : Principaux pays d'origine des réfugiés fin 2012 (source: UNHCR, Déplacements, enjeux du nie siècle)	11
Figure 5 : Principaux pays d'accueil des réfugiés fin 2012 (source : UNHCR. Déplacement enjeux du nie siècle)	11
Figure 6 : les actions de relogement apres une catastrophe humanitaire.....	12
Figure 7 : Destruction suite à une catastrophe naturelle source :Ben SCHILLER winv.fastcoesistcom.....	13
Figure 8 : Les abris de Lisbon après le tremblement de terre 1531. Source Wikimedia commons	27
Figure 9 : Types des abris. Source Ten Design IFRC 2011.....	28
Figure 10-11 : Abris d'urgence (Emergency shelters) source: IFRC shelters and settlements www.unhcr.fr	29
Figure 12-13 : Abris de transition (Transitional shelters) source: IFRC shelters and settlements www.unhcr.fr	29
Figure 14 : Vue des structures de tente ouvertes (printemps et été) source: lexis disign award http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php	36
Figure 15 : Modèle d'étude montrant le mouvement du système et sa collapsibilité source: lexis disign award http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php	37
Figure 16 : Modèle illustrant le collapsibilité du tissu structurel pour la mobilité et le transport source: lexis disign award http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php	37
Figure 17 : Système de soutien drainage de l'eau source: lexis disign award http://www.abeerseikaly.com/weavinghome.php	38
Figure 18 : Figure résumant le travail mené par Yeung pour l'ouvrage des latrines des Iles de Solomon, Source Yeung 2010.	39
Figure 19 : Les étapes de conception utilisées (étape 8 à 14). Source Deborah 2011..	40
Figure 20 : Sliders permettant une utilisation simplifiée, source Jinuntuya 2007.....	40
Figure 21 : L'aspect génératif testé pour les conteneurs. Source Sener 2009 ,.....	41
Figure 22 : Variations des différents arrêts de bus. Source Hulin 2011	41
Figure 23 : Zaha Hadid Archiects, Kartal-Pendik Master plan, Istanbul, Turkey, 2006 source https://www.dezeen.com	42

Figure 24 : Deux distributions différentes des bâtiments dûesaux organisations différentes des terrains. Source Steino (PARAMETRIC THINKING IN URBAN DESIGN – a geometric approach).....	42
Figure 25 : Un modèle paramétré avec des connections spatiales autour des bloques individuels. Source Steino (A Parametric Approach to Urban Design Tentative formulations of a methodology)	43
Figure 26 : Remplacement des enveloppes solaires par des bâtiments, Source Saleh 2012	43
Figure 27 : Schéma de la méthodologie.....	46
Figure 28 : Classification schématique des différents types de paramètres	49
Figure 29 : Abri rectangulaire au nord Burkina Faso, Source Development workshopwww.aspenartmuseum.org.....	51
Figure 30 : abris hexagonaux à faible coût pour les réfugiés UNHCR, UN Habitat, IFRC RCS & Source Society designs low-cost 2015, https://www.dezeen.com	51
Figure 31 : Environnement de modélisation paramétrique.....	55
Figure 32 : Trois types d'abris developpés avec toitures et inclinaisons différentes	56
Figure 33 : Processus de conception des abris.....	60
Figure 34 : Processus de modélisation de la surface intérieure	61
Figure 35 : Processus de modélisation de la dalle avec les extensions et Les paramètres de la dalle.	63
Figure 36 : Processus de modélisation de la toiture et Les paramètres de la toiture	65
Figure 37 : Processus de modélisation de la mezzanine et Paramètres et conditions de l'apparition de la mezzanine.	66
Figure 38 : Processus de modélisation de la forme et les ouvertures et Paramètres et conditions de l'apparition	66
Figure 39 : Processus de modélisation generale et Paramètres et conditions de l'apparition de prototype.....	67
Figure 40 : Eléments et paramètres de conception du camp	70
Figure 41 : Relations d'exigences d'utilisation, représentation de syntaxe spatiale.....	70
Figure 42 : Optimisation sur site (Rhino 3D, Grasshopper).....	71
Figure 43 : Le module à générer dans le site.	72
Figure 44 : Un démonstrateur sur une forme du site choisi.....	73
Figure 45 : Processus de modélisation generale et Paramètres et conditions de l'apparition du camp	73
Figure 46 : rendu final de prototype	74

Liste des tableaux

Tableaux 1 : Global Village Shelter 6 M / 20 M Par Daniel Ferrara et Mia Pelosi (2004) source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr	16
Tableaux 2 : Paper Log house par Shigeru Ban (1995) source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr	17
Tableaux 3 : Zaatari Syrian Refugee Camp Mafraq. Jordanie 2013 source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr	18
Tableaux 4 : Le « camp de réfugiés de Dadaab ». somalie 1990 source : IFRC shelters and settlements s www.unhcr.fr	19
Tableaux 5 : Le cahier des charges pourrait donc se décliner sous cinq items source : Normes SPHERE disponibles dans La Charte humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire SPHERE. 454p	31
Tableaux 6 : Hébergement des réfugiés fin 2012 (source : UNCHR winv.unhcr.fr)	34
Tableaux 7 : Planification des camps (source: UNHCR Manuel des situations d'urgence)	34
Tableaux 8 : Paramètres d'abri	57
Tableaux9 : Paramètres du camp	69

Bibliographie

Ashmore J., Richardson M., Baker N., *Transitional settlement displaced populations*. Designed by the shelter project and university of Cambridge, (2005).

Burry M., Blurring the lines: an exploration of current CAD/CAM techniques, parametric design and rapid prototyping – mediating between analogue and digital skills set. *Architectural design*, n. 73, Vol. 2, (2003), [P. 110- 118].

Corsellis T., Vitale A., *Transitional settlement displaced populations*, University of Cambridge shelter project (2005).

Davis D., Burry J., Burry M., (2011). *Untangling Parametric Schemata: Enhancing Collaboration through Modular Programming*. Proceedings of the 14th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures. Liège 4th-8th July 2011. [P. 55-68].

Deborah B., Vasco G., Jose D., Terry K., (2011). *Automated design and delivery of relief housing: The case of post-Earthquake Haiti*, Proceedings of the 14th International conference on Computer Aided Architectural Design. Liège 4th- 8th July 2011. [P. 247-264].

Fernando R., Drogemuller R., Burden A., (2012). *Parametric and generative methods with building information modeling*. Proceedings of the 17th International CAADRIA. Chennai 2012. [P. 537-546].

Gonçalves A., (2014). *A Grammar for Shelters. An exploration of rule- based designs in prefabricated and modular shelters*. Proceedings of the 32th International eCAADe. Newcastle 10th-12th September 2014. [P. 327-336].

Hulin J., Pavlicek J., Kaftan M., (2011). *Parametric bus stop shelters in rural areas, Automating custom design*. Proceedings of the eCAADe 29, Slovenia 21th-24th September 2011, [P. 485-490].

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2013).

Post-disaster shelter: Ten designs. www.ifrc.org

Jinuntuya P., Theppipit J., (2007). *Temporary housing design and planning software for disaster relief decision support system*. Proceedings of the 12th International CAADRIA. Nanjing 2007, [P. 639-644].

Le projet Sphère, (2011). La Charte Humanitaire et les standards minimums de l'intervention humanitaire. *Un manuel pour l'amélioration de la qualité de l'aide humanitaire apportée dans les situations de catastrophes. Edition 2011.*

Steino N., Veirum N.E., (2005). *A parametric approach to urban design, Tentative formulations of a methodology.* Proceedings eCAADe 23 Session 14. Lisbon 21th-24th September 2005, [679-686].

Sener, S.M. and Torus, B., (2009). *Container Post Disaster Shelters – C- PoDS,* Proceedings of eCAADe, Istanbul 16th-19th September 2009, [P. 599- 604].

Steino N., (2010). *Parametric thinking in urban design, a geometric approach.* Proceedings of ASCAAD. Fes 19th- 21th October 2010.

Saleh M., Al-Hagla K., (2012). Parametric urban comfort envelope, an approach toward a responsive sustainable urban morphology. *International journal of social, Human and Technology* Vol 6. (2012), [P. 37-44].

Toole, M J, Waldman, R J., *Prevention of excess mortality in refugees and displaced populations in developing countries.* JAMA, 1990, 263(24): 3296-302.

UNHCR. *Handbook for Emergencies.* Geneva: UNHCR, 1982.

Yeung W.K., Harkins. J., (2011). Digital architecture for humanitarian design in post-disaster reconstruction. *International Journal of Architectural Computing* Vol. 9, N. 1 (2011) [P. 17-32].

Manuel des situations d'urgence. [P. 225-271].

UNHCR, Manuel des situations d'urgence, 3• edition p215.

les standards minimums de l'intervention humanitaire SPHERE p454

Sources internet

www.unhcr.fr

www.fastcoesist.com

www.irinnews.org

www.ineesite.org

www.abeerseikaly.com

www.aspenartmuseum.org

www.pinterest.se

www.permaculture.co.uk

<http://www.abeerseikaly.com>

Résumé

Ce travail décrit la recherche menée pour enquêter sur l'application potentielle de la conception informatique pour faciliter la conception humanitaire. Il tente d'explorer la capacité de la modélisation paramétrique dans la conception des abris d'urgence et des camps d'aide aux architectes et les responsables humanitaires dans le prix de décision, et il tente aussi d'explorer les limites de cette technologie . Il commence par élaborer un processus de conception pour l'abris et le camp. Ce processus repose sur l'idée de personnaliser chaque abri en fonction de la taille de la famille, en tenant compte de certains paramètres culturels et contextuels. Le résultat principal de cet article est un prototype de refuge paramétrique et un modèle de campement sur les normes de la Croix-Rouge. Le prototype est lié à un ensemble de paramètres et contraintes avec un impact contextuel et climatique. Une autre partie de ce travail, consistant à définir une liste de paramètres récurrents, à utiliser pour modéliser un abri et un camp d'urgence. Trois types ont été identifiés: paramètres physiques, paramétrages contextuels et paramètres climatiques. Il fallait donc l'identifier, avec les partenaires externes, les relations entre les paramètres et les marges de variation des valeurs ainsi que les éléments à contrôler.

L'approche paramétrique proposée devrait aider à (1) améliorer la qualité et réduire le temps nécessaire à la planification, en particulier dans les étapes initiales, (2) permettre une collaboration en douceur et des échanges d'informations entre les différents acteurs, (3) permettre aux non-experts de Contribuer au développement de l'urbanisme, grâce à la visualisation 3D rapide, et (4) fournir un système informatique de prise de décision génératif basé sur des paramètres calculables.

Le champ de recherche est délimité par l'identification de paramètres pour la modélisation d'un prototype d'abri et d'une disposition d'un camp. Ce prototype s'inspire des abris de la FICR à la suite de désastres dans plusieurs régions. En outre, la conception à l'échelle d'un camp est proposée en utilisant certaines relations identifiées entre les camps et les abris. Les aspects liés au coût des matériaux de construction et aux factures ne sont pas pris en compte dans cette partie de la recherche, même si elles sont importantes dans le domaine humanitaire. Les recherches à terme sur les points sur les points.

Cet recherche fait partie d'un futur projet visant à répondre aux besoins des ressources humaines en fournissant un système de soutien au prix de décision dans la conception des camps d'accueil et d'urgence, en prenant en considération des conditions multi-contextuelles.

Mots-clés: Architecture paramétrique, Design génératif, Design humanitaire. modélisation paramétrique

Abstract

This work describes research conducted to investigate the potential application of computer design to facilitate humanitarian design. It attempts to explore the capability of parametric modeling in the design of emergency shelters and camps for aid to architects and humanitarian officials in the decision process, and it also attempts to explore the limitations of this technology. It begins by developing a design process for shelter and camp. This process is based on the idea of customizing each shelter according to the size of the family, taking into account certain cultural and contextual parameters. The main result of this article is a prototype of a parametric refuge and a model of encampment on the standards of the Red Cross. The prototype is linked to a set of parameters and constraints with a contextual and climatic impact. Another part of this work, which consists of defining a list of recurring parameters, to be used to model a shelter and an emergency camp. Three types were identified: physical parameters, contextual parameters and climatic parameters. It was therefore necessary to identify, with the external partners, the relationships between the parameters and the margins of variation of the values as well as the elements to be monitored.

The proposed parametric approach should help to (1) improve quality and reduce the time required for planning, especially in the initial stages, (2) allow for smooth collaboration and exchange of information between different actors, (3) enable non-experts to contribute to the development of urban planning, through rapid 3D visualization, and (4) to provide a generative decision-making system based on computable parameters.

The search field is delimited by the identification of parameters for the modeling of a prototype shelter and a layout of a camp. This prototype draws inspiration from IFRC shelters following disasters in several regions. In addition, camp-scale design is proposed using some identified relationships between camps and shelters. The aspects related to the cost of building materials and invoices are not taken into account in this part of the research, even if they are important in the humanitarian field. Forward searches on points on points. This article is part of a future project to address the needs of human resources by providing a decision process support system in the design of reception and emergency camps, taking into account multi-contextual conditions.

Keywords: Parametric architecture, Generative design, Humanitarian design. Parametric modeling

يوضح هذا العمل الأبحاث التي أجريت للتحقيق في التطبيق المحتمل لتصميم الكمبيوتر لتسهيل التصميم الإنساني. حيث انه يحاول استكشاف قدرات النمذجة الحدودية في تصميم ملاجئ الطوارئ والمخيمات لمساعدة المهندسين المعماريين ومسؤولو المساعدات في اتخاذ القرارات خصوصاً الأسعار، وأيضاً يحاول استكشاف حدود التكنولوجيا. ويبدأ مع تطوير عملية التصميم لتوفير المأوى والمخيم. وتستند هذه العملية على فكرة تخصيص المأوى اعتماداً على حجم الأسرة، مع الأخذ بعين الاعتبار بعض البيانات الثقافية والسياقية. والنتيجة الرئيسية لهذا البحث هو نموذج المأوى الحدودي ومخيم النموذجي حسب معايير الصليب الأحمر. ويرتبط النموذج الأولي بمجموعة من المعلمات والقيود مع سياق وتأثير المناخ. و جزء آخر من هذا البحث يعمل على تحديد قائمة المتكررات و المعلمات لاستخدام نموذج ملجأ ومخيم الطوارئ. وقد تم تحديد ثلاثة أنواع: المادية، والإعدادات السياقية والمعلومات المناخية. وكذلك العلاقة بين المعلمات وقيم هامش الاختلاف وعناصر السيطرة عليه. النهج الحدودي المقترح يساعد على (1) تحسين الجودة وتقليل الوقت اللازم للتخطيط، وخاصة في المراحل الأولى، (2) تمكين التعاون وتبادل المعلومات بسلاسة بين مختلف الجهات الفاعلة (3) السماح للغير الخبراء للمساهمة في تطوير التخطيط (4) توفير نظام رقمي توليدي ثلاثي الأبعاد لدعم القرار استناداً إلى معايير حسابية.

ان حقل البحث محدود بسبب تحديد المعايير لنمذجة ملجأ مخيم نموذجي. هذا النموذج يبني الملاجئ للهلال في أعقاب الكوارث في العديد من المناطق. وبالإضافة إلى ذلك، يقترح تصميم مخيم على مقياس محدد من استخدام بعض العلاقات التي تم تحديدها بين المخيمات والملاجئ. حيث لا يتم الأخذ بعين الاعتبار الجوانب المتصلة بالتكلفة و مواد البناء والفواتير في هذا الجزء من البحث، حتى وإن كانت مهمة في المجال الإنساني. هذه البحث هو جزء من مشروع مستقبلي لتلبية الاحتياجات الإنسانية من خلال توفير نظام دعم الأسعار ودعم القرار في تصميم مخيمات الطوارئ، مع مراعاة الظروف السياقية المتعددة.

كلمات البحث: التصميم الحدودي، التصميم التوليدي، التصميم الإنساني، النمذجة الحدودية