

LES COOPÉRATIVES D'HABITATIONS DURABLES ET ÉCOLOGIQUES

COMMENT LES INITIATIVES CITOYENNES POUSSENT
LES ARCHITECTES À ADAPTER LEUR MANIÈRE DE
CONCEVOIR LES LOGEMENTS

LES COOPÉRATIVES D'HABITATIONS DURABLES ET ÉCOLOGIQUES

COMMENT LES INITIATIVES CITOYENNES POUSSENT
LES ARCHITECTES À ADAPTER LEUR MANIÈRE DE
CONCEVOIR LES LOGEMENTS

1

Enoncé théorique de master en architecture présenté par:

Alexia Mitaine

Année de diplôme, master en architecture

à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne en 2018

Travaux encadré par:

Directeur Pédagogique

Emmanuel Rey

Professeur d'architecture et technologies durables de la construction

Second professeur

Marilyne Andersen

Professeur en technologies durables de la construction

Maître EPFL

Sophie Lufkin

Collaboratrice scientifique / post-doc

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ma famille et mon compagnon pour leurs conseils et leur soutien tout au long de mes études et pendant cette dernière année de diplôme qui représente un aboutissement pour moi.

Je souhaite également remercier Mr Fabrice Aubert, urbaniste à la direction de l'Edilité de la ville de Fribourg, qui m'a reçue pour m'aider dans mes recherches de terrain pour le Projet de Master, il a été de très bon conseil et a pris de son temps pour m'apporter tous les éléments dont j'avais besoin. Merci également aux bibliothécaires du Rolex Learning Center qui m'ont aidée dans ma recherche bibliographique.

Merci à Françoise et Olivier Guisan qui m'ont permis de visiter leur maison et ont répondu à toutes mes questions, à Benoit Molineaux, habitant de l'immeuble Equilibre de Cressy et membre de base de la création de la coopérative équilibre, qui m'a transmis beaucoup d'informations et a répondu à mes questions. Merci également à Olivier Krumm, habitant et représentant du maître de l'ouvrage Luciole pour le projet de Soubeyran, il m'a transmis des documents importants pour l'élaboration de mon énoncé et m'a fait visiter le bâtiment. Merci à José Garcia et à Michael Hofer, architectes du bureau atba à Genève, qui ont répondu à mes questions lors d'un court entretien.

Merci aux habitants de l'immeuble de Cressy, de Soubeyran et de Kalkbreite qui m'ont fait part de leurs témoignages.

Enfin je souhaite remercier mon directeur pédagogique Mr Emmanuel Rey et mon maître EPFL Mme Sophie Lufkin pour l'investissement qu'ils ont fourni jusqu'à présent dans le développement de mon projet de diplôme mais aussi pour leur investissement à venir, ainsi que Mme Marilyn Andersen qui sera mon second professeur pour la suite de ce travail de diplôme.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES MATIERES	5
1. INTRODUCTION	11
1.1. CONTEXTE ET DEFINITION DE LA PROBLEMATIQUE	11
1.2. MOTIVATIONS PERSONNELLES	13
1.3. ANGLE D'ATTAQUE ET METHODOLOGIE	14
2. LES INITIATIVES CITOYENNES EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE	17
2.1. CONTEXTE: HABITAT ET DURABILITE	19
2.2. NAISSANCE D'UNE INITIATIVE CITOYENNE EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE	23
2.2.1. PETIT RETOUR SUR L'HISTOIRE	23
2.2.2. STATISTIQUES SUR LES LOGEMENTS	25
2.2.3. QU'EST CE QU'UNE INITIATIVE CITOYENNE EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE	26
2.3. MODALITE DU VIVRE/FAIRE ENSEMBLE	29
2.3.1. FONCTIONNEMENT D'UNE COOPERATIVE	29
2.3.2. AVANTAGES DE VIVRE DE MANIERE COOPERATIVE ET DURABLE	32
2.3.2.A. SENSATION D'APPARTENANCE ET DE BIENVEILLANCE	32
2.3.2.B VIE EN COMMUNAUTE	33
2.4. ARCHITECTURE ET DURABILITE	36
2.5. SYNTHESE	39

3. QUELLES STRATEGIES POUR UN PROJET D'HABITATION COOPERATIF ECOLOGIQUE	41
3.1. TERRITOIRE ET MOBILITE	43
3.1.1. CHOIX DU TERRAIN ET MOBILITE	43
3.1.2. INTEGRATION DU PROJET A SON TERRITOIRE	46
3.2. LE CHAUFFAGE	49
3.2.1. LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE	49
3.2.2. LES PROTECTIONS	51
3.2.3. REGULER LA TEMPERATURE	53
3.2.4. L'ENVELOPPE THERMIQUE	57
3.3. LA VENTILATION	61
3.3.1. LA VENTILATION NATURELLE	61
3.3.2. LA VENTILATION MECANIQUE	62
3.4. L'ENERGIE SOLAIRE	65
3.4.1. LA LUMIERE	65
3.4.2. LES PANNEAUX SOLAIRES	66
3.5. LE MATERIAU	75
3.5.1. GENERALITES ET CRITERE DE CHOIX	75
3.5.2. LE CAS DE LA STRUCTURE PORTEUSE	76
3.5.3. LE CAS DE LA FAÇADE	77
3.6. L'EAU	79
3.6.1. RECUPERATION DE L'EAU DE PLUIE	80
3.6.2. TOILETTE SECHES	82
3.6.3. GESTION DES EAUX USEES	86
3.7. L'AUTOPRODUCTION	89
3.8. SYNTHESE A TRAVERS LA NOTION DE CONFORT	93

4. ETUDE DE CAS	95
4.1. IMMEUBLE COOPERATIF EQUILIBRE DE CRESSY A GENEVE	97
4.1.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION	97
4.1.2. FONCTIONNEMENT GENERAL	103
4.1.3. STRATEGIES PRISES EN COMPTE	107
4.1.3.A MATERIAUX	107
4.1.3.B BIOCLIMATIQUE	111
4.1.3.C MIXITE	113
4.1.3.D ESPACES EXTERIEURS	115
4.1.3.E GESTION DES EAUX	117
4.1.3.F INSTALLATIONS TECHNIQUES	120
4.1.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET	123
4.2. IMMEUBLE COOPERATIF EQUILIBRE DE SOUBEYRAN A GENEVE	125
4.2.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION	125
4.2.2. FONCTIONNEMENT GENERAL	131
4.2.3. LES STRATEGIES PRISES EN COMPTE	135
4.2.3.A. MATERIAUX	135
4.2.3.B. BIOCLIMATIQUE	139
4.2.3.C. EAUX USEES	141
4.2.3.D. ENERGIE	145
4.2.3.E. MIXITE ET MOBILITE	147
4.2.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET	149
4.3. IMMEUBLE COOPERATIF KALKBREITE A ZURICH	151
4.3.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION	151
4.3.2. FONCTIONNEMENT GENERAL ET CONTRAINTES DE PROJET	157
4.3.3. LES STRATEGIES PRISES EN COMPTE	161
4.3.3.A MATERIAUX	161
4.3.3.B AMENAGEMENT INTERIEUR	163
4.3.3.C MIXITE ET MOBILITE	165
4.3.3.D ENERGIE	168
4.3.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET	171
4.4. SYNTHESE	173

5. ANALYSE ET CHOIX DU SITE DU PROJET DE MASTER	171
5.1. OBJECTIFS	177
5.2. LA VILLE DE FRIBOURG	179
5.3. PRESENTATION DU SITE CHOISI	181
5.3.1 CONTEXTE ET IMPLANTATION	181
5.3.2 RELEVÉ PHOTOGRAPHIQUE	184
5.3.3 PLAN DE ZONE ET RÉGLEMENTATION	187
5.4. HYPOTHESE ET FAISABILITE	191
5.4.1. INDICE D'UTILISATION DU SOL	191
5.4.2. HYPOTHESE DE PROGRAMMES	193
6. CONCLUSION DU TRAVAIL	195
BIBLIOGRAPHIE	197

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE ET DEFINITION DE LA PROBLEMATIQUE

L'écriture d'un énoncé théorique s'inscrit dans le cursus de tous les étudiants en architecture de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Il fait partie de la cinquième année, année de diplôme, et s'inscrit dans la continuité de nos études et surtout dans un ensemble avec le projet de master qui prendra place en dixième et dernier semestre de nos études d'architecture. Il s'agit donc d'un écrit qui nous permet de poser les bases de nos réflexions en temps que futurs architectes en analysant et en débattant d'un sujet qui nous tient à cœur. Il est également sensé former les bases de nos réflexions et la définition de certains principes qui nous permettront de démarrer notre projet de master sur de bonnes bases.

Dans le cadre du laboratoire d'architecture et technologies durables (LAST), notre directeur pédagogique Emmanuel Rey, apprécie que notre énoncé théorique nous permette de faire évoluer nos première réflexions de projet de master en répondant à une problématique que nous aurons nous même définie. Ces réflexions seront regroupées en dernière partie du travail d'énoncé théorique avec une réflexion sur le site de projet et une première analyse de sa faisabilité.

Commençons tout d'abord par préciser les caractères de la problématique énoncée. Par le terme d'initiative citoyenne, à ne surtout pas confondre avec les initiatives suisses au sens politique du terme, j'entends les initiatives venant des privés souhaitant contribuer à leur échelle à un nouvel ordre éthique de la construction de leur espace de vie. Ceux sont les individus qui souhaitent rendre réelles leurs réflexions sur la réduction de leur empreinte environnementale par leur mode de vie et les espaces dans lequel ils vivent. La place de l'architecte dans cette réflexion est celle de la compréhension des besoins de ses clients et de l'adaptation de ces concepts de développement de projet dans le but de produire un projet vraiment cohérent dans son développement comme dans l'éthique qu'il poursuit.

En effet, je souhaite étudier dans cet énoncé théorique comment les architectes d'aujourd'hui doivent s'adapter aux nouveaux concepts et buts de l'architecture dite alternative durable et écologique dans le domaine du logement pour développer les projets innovants pour le futur qui auront une empreinte énergétique réellement réduite voire nulle tout en gardant ou en améliorant un confort de vie acquis actuel. Je reviens sur les mots initiatives citoyennes présents dans ma thématique pour appuyer un propos qui est que j'ai le sentiment que les projets d'architecture suivant un concept global durable et écologique sont souvent alimentés par la volonté ardue du maître d'ouvrage à suivre cette éthique jusqu'au bout. En effet, j'ai conscience qu'une grande partie des projets d'architecture dépend et peut être limitée par des facteurs comme celui du budget de la construction,

de la politique ou de la volonté propre du maître d'ouvrage qui peut freiner l'architecte dans le développement complet d'un concept architectural d'un projet. C'est ainsi que lorsque l'initiative du privé est vraiment motivée que l'architecte pourra libérer tout son art dans la construction d'un bâtiment «tout durable» et/ou «tout écologique». Je m'oriente dans cette étude vers les coopératives d'habitations durables et écologiques car elles sont une organisation que je trouve très intéressante du point de vue sociale et des convictions qu'elles poursuivent. De plus elles poussent les architectes à devoir réfléchir différemment les espaces intérieurs et les détails que dans un immeuble collectif standard.

Au cours de ce travail je ferai une distinction également entre les termes de durables et écologiques malgré qu'ils soient pour moi très liés. Cependant le terme de construction durable définit un concept de projet et de construction ayant pour objectif un haut niveau de performance énergétique qui puisse durer dans le temps et une forte considération des aspects sociaux de la construction. En effet, la construction durable est principalement axée sur la durée de vie des matériaux employés pour la construction et la manière dont les ressources vont être gérées (matières premières et déchets). Les technologies qui vont permettre au bâtiment de fonctionner doivent garantir un bon niveau de confort pour ses habitants mais aussi de pouvoir s'adapter aux besoins changeants de la population. Le terme de construction écologique regroupe également les critères de la performance énergétique et de la recherche de l'emploi des bons matériaux mais va davantage se focaliser sur les questions de l'environnement et de la santé de ses habitants. Les notions de construction solaire passive, de bonne implantation du bâtiment dans son environnement, de l'emploi de matériaux naturel et respectueux de l'environnement et de leur implication dans la qualité de vie vont prendre beaucoup plus d'importance que dans la notion de construction durable... Ainsi il est évident que ces deux qualificatifs sont complémentaires et indispensables à prendre en compte malgré qu'aucune définition stricte n'est applicable à l'une ou l'autre notion.

Dans ma problématique, j'appuie également sur le mot «pousser» qui indique qu'il n'est pas forcément évident pour l'architecte de concevoir des projets suivant une réelle éthique dans sa construction. Il s'agit d'une intention engagée de ma part car durant mon cursus qui a débuté à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg où j'ai réalisé mon Bachelor puis ici à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne pour mon Master, j'ai le sentiment de n'avoir personnellement pu suivre que très peu de cours sur la thématique du développement durable de l'architecture ainsi que sur les enjeux de la construction écologique. Il peut être difficile de se former par soi-même sur ce sujet après la fin de mes études lorsque l'occasion de les mettre en œuvre se présente une fois dans la vie professionnelle. C'est tout simplement pour ces raisons énoncées que j'ai souhaité choisir cette problématique pour mon énoncé théorique.

1.2. MOTIVATIONS PERSONNELLES

Mes premières réflexions sur le sujet de l'éthique dans nos modes de vie ont débutées il y a quelques années, lorsque j'ai commencé à m'intéresser aux travaux de Pierre Rabhi, *Vers la sobriété heureuse*, 2010, *La part du colibri; l'espèce humaine face à son avenir*, 2006 par exemple, puis aux travaux de Marie-Monique Robin, *Le monde selon Monsanto*, 2008, *Les moissons du futur; comment l'agroécologie peut nourrir le monde*, 2012, *Sacrée croissance*, 2014, ainsi que ses films notamment *Qu'est ce qu'on attend* en 2016.

Dans la suite logique de mes réflexions, je me suis posé la question de quelle serait ma part en temps qu'architecte dans cette démarche vers la réduction de notre empreinte énergétique, de la consommation et la gestion locale des biens. C'est ainsi que je me suis orientée vers de nouvelles lectures comme le livre de Alain Marcom, *Construire en terre-paille*, 2011, Jean-Claude et Manu Mengoni, *Matériaux écologiques d'intérieur*, 2010, et plus récemment le livre de Ernst U. Von Weizsacker et Amory B. et L. Hunter LOVINS, *Facteur 4*. C'est en réalité par le fait que je n'avais pas assez le temps pour approfondir ces lectures et que les études ne nous permettent actuellement pas de bien nous former sur ces sujets que j'ai décidé tout naturellement de choisir cette problématique pour mon année de diplôme. Le temps ainsi dégagé pour m'informer sur le sujet et développer ma propre opinion fut essentiel et a représenté un réel plaisir.

Lors de mes premières recherches sur le sujet, j'ai remarqué que peu d'ouvrages abordaient le thème de la durabilité et de l'écologie dans la construction de manière globale. En effet les ouvrages que j'ai trouvés et consultés se penchent généralement sur un thème très spécifique et décontextualisée au sujet de certaines stratégies ou techniques. J'ai donc souhaité réaliser cet énoncé afin d'enrichir ma formation personnelle sur toutes les stratégies en rapport avec la durabilité et l'écologie qui peuvent toucher la conception d'un projet de logement et plus particulièrement d'un projet d'habitat collectif.

Je pense en effet que le but de cet énoncé théorique est d'apprendre et de se former en suivant ses propres intérêts et passions dans le but de produire un projet de master en rapport avec ceux-ci. C'est pour cela que la dernière année de formation d'architecte dans la haute école qu'est l'EPFL représente alors une réelle opportunité de pouvoir faire sa propre critique personnelle.

1.3. ANGLE D'ATTAQUE ET METHODOLOGIE

Le but que je recherche à travers ce travail consiste à détailler et analyser par thématiques les différentes stratégies qui mènent à un projet d'habitat coopératif durable et écologique complet dans sa conception comme dans sa réalisation. Pour réaliser cela il s'agit d'étudier les stratégies sociales, technologiques et écologiques indépendamment les unes des autres puis autour d'exemples construits qui me permettront d'analyser la qualité de leur mise en place. En plus de mon intérêt pour la compréhension des installations techniques, la manière de considérer les stratégies écologiques et les conditions d'habitat des habitants en coopérative, je souhaite également m'intéresser à l'aspect architectural de ce type de construction et donc à comment l'architecture d'un bâtiment s'en trouve affectée. Je souhaite comprendre qu'elles sont les contraintes et les manières de faire se rencontrer l'architecture et la durabilité. Pour cela je vais emprunter une certaine méthodologie qui consistera en une série de développement de stratégies sociales, techniques, écologiques et architecturales qui se feront de manière systématique dans leur développement afin de les mettre ensuite en parallèle avec des études de cas. Ceci me permettra donc de confronter les éléments stratégiques avec la réalité.

L'ensemble de l'énoncé théorique s'articulera en 5 grandes parties. La partie 1 étant l'introduction, la partie 2, 3, et 4 sont consacrées au traitement de la problématique de mon énoncé théorique et la partie 5 au choix du site pour mon projet de master et à mes hypothèses de programme.

Le traitement de la problématique va s'articuler autour de 7 exemples construits et non construits d'envergures différentes mais dont le point commun est qu'ils sont des projets d'habitation. L'un est une maison individuelle et les autres des immeubles collectifs et/ou mixtes de plus ou moins grande taille. Ils me serviront à traiter point par point mes propos autour des problématiques sociales et des stratégies durables et écologiques à considérer lors d'un projet d'architecture. Ces exemples me donneront des idées et des principes théoriques à exploiter et adapter dans l'application concrète de mon projet d'architecture de master. Il ne s'agit pas d'être très exhaustif en cherchant à expliquer en détail l'ensemble des technologies et aspects sociaux qui existent en général, mais uniquement de me pencher sur les aspects qui sont présentés dans les exemples cités en relation avec l'architecture du bâtiment.

Dans la partie 2 de cet énoncé je vais donner des explications quant au contexte du développement des initiatives citoyennes, comment elles se matérialisent en coopérative d'habitation durable et écologique, leur fonctionnement, leur manière d'appréhender la notion du vivre/faire ensemble et la question de la rencontre entre la durabilité et l'architecture. Il s'agira dans cette partie de faire quelques rappels historiques et théoriques permettant de comprendre comment la question de la durabilité est au centre de ces initiatives.

Dans la partie 3 je vais réaliser un inventaire structuré et éclairé des stratégies écologiques et durables qui jouent un rôle dans l'architecture et que l'architecte doit donc prendre en compte dans l'élaboration de son projet. Notamment les stratégies concernant la mobilité et le territoire, l'architecture bioclimatique, la production de chaleur, l'eau, l'énergie, les matériaux, l'autoproduction et le confort. Il s'agit d'une suite de stratégies décontextualisées qui s'appuie sur la lecture d'ouvrages, de projets et de réalisations construites. Cette partie sera d'avantage empreinte de réflexion technique et théorique afin de comprendre comment il est possible de construire écologique dans un projet d'une coopérative d'habitat.

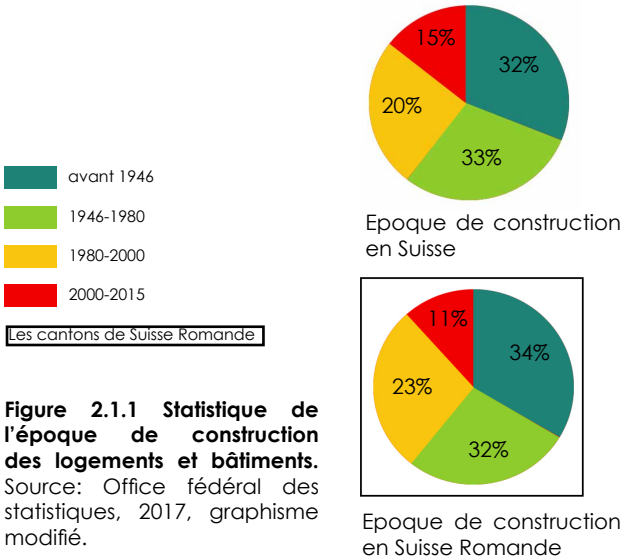
La partie 4 me permettra d'analyser 3 exemples construits qui ont aussi été cités dans la partie 2 et 3 afin de les appréhender dans leur globalité et de voir la manière dont ils ont pris en compte les stratégies du faire ensemble et du faire écologique. J'y apporterai également un avis critique personnel pour chaque projet que j'aurai développé après les avoir tous visités et recueilli quelques témoignages. Cette analyse sera une approche qualitative et technique de chacun des projets, je n'y développerai pas nécessairement toutes des stratégies vues dans les deux parties précédentes mais uniquement celle qui feront vraiment sens dans mon analyse.

Dans la Partie 5, je présenterai les réflexions et le cheminement qui m'ont amenée au choix du site pour la projection de mon projet de master. Je vais énoncer ses qualités ainsi que ses contraintes et exprimer les raisons pour lesquelles il est intéressant. Il s'agit d'un ensemble de quatre parcelles dans la quartier Beaumont de la ville de Fribourg, à l'embranchement entre les rues du Grand-Prè, de la route de la Gruyère et de la route du Levant. Il est aujourd'hui découpé en deux zones, une est résidentielle à haute densité et une est une zone verte d'intérêt général. Dans un second temps de la partie 5, je vais énoncer brièvement mes hypothèses de programmes.

2. LES INITIATIVES CITOYENNES EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE

Cette première partie sera articulée en quatre sous-parties. Elle me permettra d'aborder les questions suivantes : qu'est est la relation entre l'habitat et la durabilité ? Comment cette relation est-elle apparue ? Pourquoi les initiatives citoyennes en terme d'habitat coopératif durable ? Comment fonctionnent-elles et qu'apportent-elles ? Qu'est ce que ça veut dire pour l'architecte/architecture ?

Dans cette première partie je vais aborder le thème de l'habitat en rapport à la durabilité afin de faire le lien avec les initiatives citoyennes en terme d'habitat durable coopératif en deuxième sous-partie. Dans la troisième sous-partie, j'expliquerai comment fonctionnent les coopératives d'habitation et ce qu'elles apportent à ses habitants puis en quatrième sous-partie, j'annoncerai la question du rapport entre l'architecture et la durabilité. Les propos tenus dans cette partie sont spécifiques à la Suisse et me permettront de comprendre ce que signifie la notion de faire ensemble.



2.1. CONTEXTE: HABITAT ET DURABILITE

En plus d'être un enjeu social et économique, les habitats, comme toute construction, soulèvent un ensemble de problématiques d'ordre environnemental. L'impact environnemental d'une construction concerne le bâtiment en lui-même, ses performances, la manière dont on va l'utiliser etc. Entre 1860 et 1960, le courant hygiéniste a profondément modifié le rapport de l'homme avec son habitat. C'est en effet l'époque de l'abondance et de l'accessibilité aux énergies fossiles bon marché qui ont permis de fournir à toutes les couches sociales de la population des logements salubres et chauffés. De façon générale le contexte normatif était peu exigeant et on pouvait déplorer une absence quasi-systématique d'isolation thermique sur les bâtiments jusqu'en 1973¹. La date du premier choc pétrolier est révélatrice du manque de considération quant à l'efficacité énergétique et la préservation des ressources naturelles.

Dans la figure 2.1.1 sur les statistiques de 2016 de l'époque de construction des bâtiments pour chacun des cantons suisses, on remarque qu'en Suisse environ 32% des bâtiments actuels existants datent d'avant les années 1946 soit ont plus de 70 ans. Environ 33% ont été construits dans la période d'après guerre entre 1946 et 1980 soit durant la période indiquée dans la paragraphe précédent. Environ 20% des bâtiments ont été construits entre 1981 et 2000. Ils ont entre 17 et 36 années d'exploitation et donc ne sont pas en projet de reconstruction et environ 15% sont des constructions récentes de 16 ans maximum, ils suivent en principe les normes récentes en terme d'isolation. C'est ainsi qu'on peut se dire qu'aujourd'hui le potentiel d'économie d'énergie réside dans le fait qu'une grande partie des logements actuellement construits résultent de cette période où les nouvelles constructions étaient peu isolées et efficaces. Ceci nous amène une grande marge de progression pour l'amélioration de notre consommation en énergies.

Les considérations relatives à la consommation énergétique dans le domaine du bâti ont beaucoup évoluées depuis 1973 et les principes d'utilisation rationnelle de l'énergie (URE) se sont progressivement imposés à travers les activités de la société des ingénieurs et des architectes (SIA) et la publication des normes de construction. Les standards relatifs à l'isolation et à la consommation énergétique des bâtiments sont devenus de plus en plus stricts, notamment avec la SIA 180 qui apporte la notion de valeur minimal de performance thermique selon les différents éléments qui composent l'enveloppe du bâtiment².

1. « Bâtiments résidentiels locatifs à haute performance énergétique : objectifs et réalités »
ZGRAGGEN J.M.
Genève : Thèse Université de Genève, 2010.

2. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

3. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »

VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

4. Ibidem

Plus tard, en 1988, la norme SIA 380/1 (l'énergie dans le bâtiment) apporte le concept de bilan énergétique global, voir figure 2.1.2. Son ambition est de calculer le besoin en chaleur d'un bâtiment en effectuant la différence entre les gains internes (utilisateur et installations électriques) et solaires et les pertes thermiques par renouvellement d'air et par transmission des éléments de l'enveloppe. Ce sera uniquement en 1990 qu'un article spécifique portant sur la consommation énergétique des bâtiments sera introduit dans la Constitution fédérale³.

Malgré plusieurs encouragements de l'état, notamment par le biais de réglementation et de subventions, il est difficile pour les constructeurs de mettre en œuvre ces nouvelles réglementations qui sont souvent gérées en partie par le canton et deviennent de plus en plus strictes. Egalement, cette nouvelle vision qu'amène le bilan énergétique global n'est pas très populaire auprès du public à la base qui l'avait même rejetée en 1983 lors d'une votation.

Face à ce manque d'intérêt commun sur le sujet de l'empreinte environnementale, il faudra attendre une nouvelle hausse du prix du pétrole pour que les efforts engagés portent leurs fruits. En 2010, le Canton de Genève notamment s'appuie sur une nouvelle Loi sur l'énergie (LEN) et un nouveau règlement d'application. Cette nouvelle législation poursuit sur cette volonté de réduction de la consommation globale d'énergie à travers notamment les standards de haute performance énergétique (HPE) et de très haute performance énergétique (THPE), ainsi que des mesures relatives aux énergies renouvelables⁴. Minergie®, créé en 1998, propose un label permettant de réaliser une construction efficace en énergie et confortable en Suisse. Le principe se base sur une exigence primaire sur l'enveloppe qui est une valeur limite de besoin en chaleur et une valeur limite d'énergie finale pondérée à ne pas dépasser pour le chauffage, l'électricité, le chauffage, les sanitaires (ECS), l'exploitation et la ventilation du bâtiment. Cette valeur limite va évoluer ensuite au fur et à mesure des années avec le Minergie-P® et Minergie-P-Eco®. C'est un réel changement de paradigme dans lequel on retrouve au centre des projets de constructions ce principe de rationalité et de sobriété, de ce que l'on peut utiliser comme énergie en relation avec nos besoins et non plus. Ces valeurs que nous avions perdu progressivement au cours des Trente Glorieuses quand l'approvisionnement en énergie n'était pas contraignant.

Ainsi avec ce label, les concepteurs, privés et publics, possèdent la liberté de choisir les matériaux, les techniques constructives et les agents énergétiques du moment qu'ils ne dépassent pas la limite de consommation. C'est donc une démarche volontaire de la part du propriétaire que de construire en fonction de ces labels. Le concept est né dans le Canton de Berne et connaît alors un franc et rapide succès. D'un côté, le principe de calcul de Minergie® suit les règles de la norme SIA 380/1 bien connue des acteurs du secteur. D'un autre côté, il s'est doté d'une stratégie marketing efficace lui permettant de s'insérer aisément sur le marché de la construction et de séduire les autorités publiques tout autant que le secteur professionnel. En effet, le label, qui est explicitement mentionné dans les textes législatifs, est un outil central des politiques énergétiques cantonales. Le marché économique de la construction a développé de nombreux matériaux et procédés en accord avec les exigences du label. Egalement les concepteurs l'utilisent au regard de sa relative simplicité de mise en œuvre et de sa procédure accessible. La problématique de l'énergie est centrale lorsque l'on parle de construction écologique en tant que bâtiment à haute performance énergétique. Les postes relatifs au chauffage et à la production d'ECS sont généralement les principaux consommateurs d'énergies. L'électricité est aussi à prendre en compte, particulièrement dans le contexte où les installations techniques de ventilation et d'exploitation deviennent de plus en plus complexes et consommatrices en énergie⁵. Cependant, d'autres enjeux sont à traiter en matière de construction écologique et respectueuse de l'environnement. Ce dernier élément sera plus amplement traité dans mon étude.

5. « Les coopératives d'habitation participatives au cœur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

2.2. NAISSANCE DE L'INITIATIVE CITOYENNE EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE

2.2.1. PETIT RETOUR SUR L'HISTOIRE

Le principe de la coopérative atteint son premier pic de popularité dans la première moitié du 19^e siècle. C'est en période de pleine industrialisation que des coopératives principalement de production et de consommation vont éclore. Elles se forment tout d'abord principalement autour des mouvements ouvriers, mais on y voit naître également les premières coopératives de construction et d'habitation. Leur but était de créer de meilleures conditions de travail pour la classe ouvrière en construisant des logements sains et abordables pour y loger les familles⁶.

L'association *coopératives d'habitation Suisse* a été fondée en 1919 afin de transmettre leur savoir-faire, apporter un appui et des aides financières au mouvement coopératif naissant. Avec cette aide, une seconde vague de nouvelles coopératives d'habitations et de constructions a pu se développer lors de la grande pénurie de logements qui a suivi la fin de la deuxième guerre mondiale. Depuis, le mouvement a quelque peu ralenti. La période d'abondance jusqu'aux années 1970 a surtout profité aux promoteurs privés qui ont orienté leurs buts vers le profit plutôt que vers la solidarité. Durant ces années-là, les coopératives d'habitation ont bien construit un certain nombre de grands ensembles locatifs, mais le grand boom était passé⁷. Durant les années 80, on a surtout vu naître de nouvelles formes de logement et d'habitation, dont les coopératives autogérées qui feront en partie de mon étude de cas en partie 4.

Les coopératives d'habitation ont connu un certain regain de popularité depuis la fin du 20^e siècle mais qui reste cependant limitées à certaines régions comme celle de Zurich et de la Suisse romande.

6. « C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter » ARMOUP
<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/> Consulté le 29.11.2017

7. Ibidem

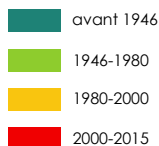


Figure 2.2.1 Statistique des bâtiments selon la catégorie et la période de construction. Source: Office fédéral des statistiques, 2017, graphisme modifié.

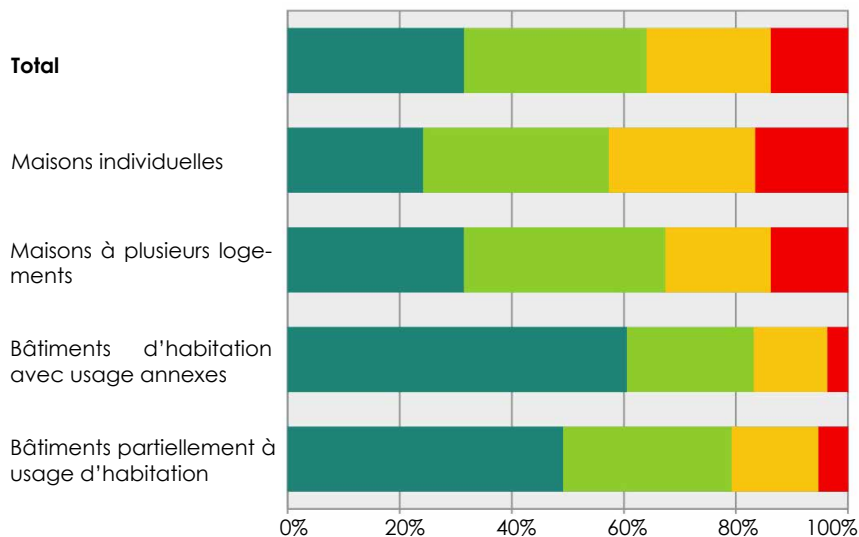
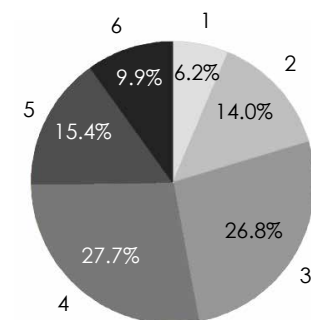
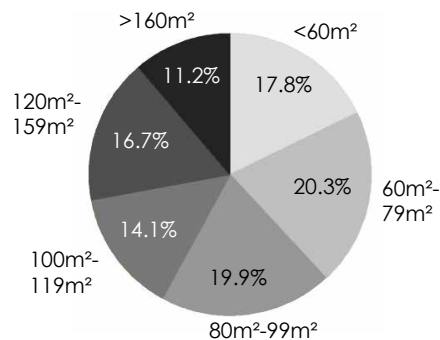


Figure 2.2.2 Statistique du nombre de pièce des appartements et de leur surface. Source: Office fédéral des statistiques, 2017, graphisme modifié.



Nombre de pièce



Surface des logements

2.2.2. STATISTIQUES SUR LES LOGEMENTS

Avant de parler de la naissance des coopératives, je souhaite faire un rapide détour statistique qui nous permettra de mieux comprendre les tendances de construction des logements. D'après le rapport sur la construction et le logement produit par l'Office fédéral de la statistique paru en mars 2017 les logements de tailles moyenne, de 3 à 4 pièces représentaient en 2015 54.5% des logements disponibles sur le marché. 20.2% des logements étaient de 1 à 2 pièces et 25.3% des 5 pièces et plus, voir figure 2.2.2. L'étude indique également que ces pourcentages ont peu variés depuis les années 70. La surface moyenne par habitant dans les logements est de 44 à 45m² par personne. En 2015, on relève également que 57% des bâtiments à usage d'habitation sont des maisons individuelles mais pouvant comporter 1 ou plusieurs logements. Ces maisons individuelles se sont principalement construites entre 1970 et 1980 comme on le remarque sur la figure 2.2.1 pour ralentir et même un peu baisser depuis 2012⁸. Cependant aujourd'hui près de un ménage sur quatre (23%) habite seul dans une maison individuelle ce qui veut dire que 77% de la population en Suisse vit dans un logement collectif sous forme de maison individuelle partagée à hauteur de 34% ou dans un immeuble collectif avec ou sans usage annexe à hauteur de 43%.

8. « Construction et logement »
Office fédéral des statistiques
Bern : Panorama, 2017.

Dans la suite de l'étude de l'organisation fédérale des statistiques, on peut aussi relever l'augmentation constante du taux de propriété depuis 1970. En 2015, 37.4% des ménages, soit 1 338 912 ménages, étaient propriétaires de leur logement alors qu'en 1970, seulement 28.5% des ménages en étaient propriétaires. On remarque aussi que c'est dans les propriétés par étages que la croissance est la plus forte surtout depuis les années 2000 avec 237 700 ménages propriétaires en 2000 pour 408 683 ménages en 2014. Cependant les maisons individuelles augmente également plus faiblement mais représentent tout de même plus que la propriété par étage avec 809 700 ménages propriétaires en 2000 et 930 228 ménages en 2014⁹.

9. Ibidem

2.2.3. QU'EST CE QU'UNE INITIATIVE CITOYENNE EN TERME D'HABITAT COOPERATIF DURABLE

C'est dans ce contexte de réflexion et d'élan vers l'acquisition à la propriété que des initiatives citoyennes d'habitats coopératifs ont pu voir le jour. La pression sur le foncier dans les zones urbaines et proches de celles-ci étant de plus en plus forte, les personnes ont de plus en plus de mal à pouvoir devenir propriétaires et ceci devient un luxe. Il a donc fallu trouver d'autres alternatives pour les personnes de la classe moyenne de devenir propriétaires dans des zones proche des centres-villes. Cette mauvaise conjoncture ne peut que jouer en faveur des maîtres d'ouvrages d'utilité publique et des coopératives d'habitation, qui peuvent jouer un rôle social de modération des loyers non négligeable.

Ainsi par le terme initiatives citoyennes j'entends toutes les dispositions prises par des organismes privés, personnes individuelles ou groupe de personnes, cherchant à modifier leur environnement ou leur mode de vie sans que ce soit quelque chose d'imposé par le haut, les organisations gouvernementales ou politiques. Elles cherchent généralement à proposer une manière de faire quelque chose ou un mode de vie qui va différer du standard ou proposer quelque chose de nouveau. Quand cette initiative donne lieu à la création d'une coopérative, elle participe à la création de logements, souvent de type alternatif, pour satisfaire une demande de logement de la part de la population à un prix coûtant.

Néanmoins une autre donnée rentre en jeu dans cette équation qui est que ces personnes ne souhaitent plus uniquement répondre à leurs besoins et à leurs confort quel qu'en soit le coût énergétique. Ils cherchent au contraire plutôt à avoir une consommation rationnelle des énergies et à se loger dans un bâtiment qui suit une éthique globale de durabilité et de rationalité¹⁰. Il est en effet important de souligner que toutes les coopératives d'habitations ne recherchent pas forcément à être durable ou à respecter une certaine idéologie écologique. En effet, comme nous l'avons vu plus tôt le but principal d'une coopérative est de satisfaire une demande en logement à une prix raisonnable mais la question du respect de l'environnement et de l'économie d'énergie n'est pas nécessairement incluse dans ses buts. Cependant dans ce travail je vais particulièrement m'intéresser aux coopératives d'habitation durable en rapport avec mes motivations personnelles vues dans l'introduction.

10. « La question du «bon» logement en architecture »
TEISSIER Benoît
Paris : mémoire de master, 2012.

Le caractère initiatique de chacun des projets que j'analyse dans cet énoncé est très important pour moi car il va assurer une certaine envie du maître d'ouvrage à aller jusqu'au bout de ses convictions lors de la construction de son projet. Il est également lui même maître de son budget ce qui va lui permettre de prendre ses propres décisions en fonction de ses convictions tout en communiquant avec l'architecte. Les trois exemples que j'ai choisi de développer dans la troisième partie de cet énoncé sont tout à fait emblématiques de ces idées car ils sont directement émis d'une volonté privée d'une groupement d'individus ayant formé une coopérative pour réaliser leur rêve d'habitat collectif et écologique. La plupart des personnes à l'origine de ces initiatives sont des personnes renseignées qui ont cherché des solutions innovantes dans les nouveaux progrès technologiques afin de créer leur propre projet de vie. Malgré le fait que les autorités poussent dans une certaine mesure dans cette direction, la réelle considération de l'empreinte environnementale d'un bâtiment résulte encore d'une démarche volontaire comme je l'avais déjà évoqué dans la partie précédente.

2.3. MODALITE DU VIVRE/FAIRE ENSEMBLE

2.3.1. FONCTIONNEMENT D'UNE COOPERATIVE

Une coopérative d'habitation est une société sans but lucratif qui cherche à répondre aux besoins en logement de ses membres. C'est une forme d'organisation d'entraide qui a pu être retrouvée dans toutes les périodes de l'histoire sous différentes formes. Particulièrement en Suisse, elle est inscrite et définie dans le code des obligations des articles 828 à 926 et participe quasiment au mythe fondateur de la belle Helvétie¹¹.

Il existe plusieurs formes de coopératives d'habitation: les petites coopératives d'habitants, parfois à leur début, qui ne gèrent que les quelques appartements d'un immeuble, mais aussi de beaucoup plus importantes coopératives d'habitation qui gèrent des milliers de logements. Celles-ci sont généralement des coopératives d'habitation historiques qui sont habituées aux démarches et installées dans les villes. D'autres formes de coopératives comme des fondations, société immobilières et anonymes peuvent également fonctionner sans but lucratif ou encore être gérées par les pouvoirs publics. Le point commun à tous ces types de coopératives, c'est qu'elles incarnent toutes des valeurs importantes telles que la solidarité, l'entraide, la gestion démocratique, l'absence de recherche de profit, un enracinement local et la notion de vivre ensemble.

COMMENT FONDER UNE COOPERATIVE

Hier comme aujourd'hui, il est facile de créer une coopérative et les exemples historiques ne peuvent qu'encourager les intéressé-e-s à se lancer dans l'aventure. On peut citer par exemple la *Société Coopérative d'Habitation Lausanne (SCHL)* [...] fondée en 1920, elle n'a cessé de progresser et de grandir en poursuivant ses buts inchangés depuis sa création. Son élan constructeur au service de la qualité de vie n'a jamais faibli. Elle est aujourd'hui l'une des plus importantes coopératives d'habitation de Suisse, avec un parc locatif de plus de 2000 logements répartis dans la région lausannoise, un bilan d'environ 379 millions de francs et des loyers encaissés chaque année de plus de 29 millions de francs (ARMOUP).

Une coopérative peut se créer d'elle-même et peut évoluer seule mais il est plus facile de devenir membre d'un groupement plus large de coopérative afin d'avoir un appui de connaissances et politique plus fort. Lorsque les coopératives sont membres du groupement des coopératives ARMOUP par exemple (coopératives d'habitation Suisse association romande des maîtres d'ouvrage d'utilité publique), elles bénéficient de conditions cadres et de possibilités de financement plus avantageuses que celles auxquelles sont astreints les promoteurs. C'est un avantage qui reste donc à portée de main pour tous les maîtres d'ouvrage d'utilité publique. On peut créer une coopérative d'habitation par exemple quand une commune décide de céder du terrain en droit de superficie (au maxi-

11. « C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter » ARMOUP
<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/> Consulté le 29.11.2017

12. « C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter » ARMOUP
<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/> Consulté le 29.11.2017

13. « C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter » ARMOUP
<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/> Consulté le 29.11.2017

14. « Coopérative d'habitation: un mode d'emploi » Habitation, 2004. JOLLIET François
http://www.habitation.ch/wp-content/uploads/2014/07/2004-0-mode_emploi.pdf consulté le 29.11.2017

mum 99 ans) à des conditions favorables et qu'elle souhaite y voir construire des logements d'utilité publique ou bien lorsqu'un immeuble ou un terrain équipé est en vente. Dans certain cas, comme par exemple si le terrain est grand et contraignant ou que la coopérative est toute récente, il est préférable de s'associer avec une coopérative expérimentée pour bénéficier de ses conseils et ne pas laisser passer une belle occasion. Une bonne entente avec les collectivités publiques de la commune et un solide réseau de personnalités s'avère souvent nécessaire pour construire même en coopératif¹². C'est en effet souvent la recherche du terrain, ressource très convoitée et règlementée, qui est le plus compliqué pour une coopérative et qui va donc susciter le groupement d'acheteurs motivés.

Du point de vue de la forme juridique de la coopérative, elle est donc gérée dans le code des obligations comme nous avons vu plus haut. Elle fonctionne de manière très démocratique autour d'une assemblée générale qui prendra les décisions concernant la coopérative. Il faut donc commencer par se créer un statut lors d'une assemblée constitutive et en s'inscrivant au registre du commerce. Aucun acte notarié n'est nécessaire pour fonder une coopérative. Un statut est une sorte de constitution qui va établir des règles à respecter par ses membres et qui vont lui permettre de fonctionner. Dans ce statut, l'ARMOUP conseille d'y faire figurer le nom de la coopérative, des indications sur le lieu du futur projet, les buts poursuivis, l'utilité publique, le but non-lucratif, les fonds propres mis à disposition, la constitution de l'assemblée générale et un organe de révision pour les contrôles¹³. Le nombre minimum de personnes pour fonder une coopérative est de sept, chaque membre doit amener une part sociale d'un montant nominal de Fr. 100.- minimum. Cette part procure au coopérateur un véritable droit de regard et de décision¹⁴.

SON ORGANISATION

Un coopérateur, c'est à dire une personne active et membre d'une coopérative d'habitation va donc avoir des parts sociales dans cette société. Être coopérateur c'est donc se retrouver à mi-chemin entre le statut de locataire et de propriétaire. En effet avec l'achat des parts, le coopérateur n'achète pas un logement mais une morceau d'une copropriété. Il est important que la coopérative soit ouverte à de nouveaux membres en permanence et facile d'accès. Le produit net des loyers payés par les coopérateurs est versé directement à l'organisation et sert à son fonctionnement. Ses intérêts sur les fonds propres, s'ils existent, ne doivent pas dépasser les 6% et les membres sortants ne profitent pas d'une éventuelle plus-value des biens de la coopérative. La coopérative reste l'entière propriétaire de ses biens. Le surplus financier qui peut être dégagé par certaines coopératives après l'extinction de toutes les dettes et le remboursement des parts sociales sur un bâtiment doit entièrement être reversé à un autre projet ou organisme poursuivant les

mêmes buts. Ainsi les coopératives ne peuvent pas être un placement financier, son seul but est de fournir des logements à prix coûtant et donc nettement inférieur à des logements standards dont le but du propriétaire est de faire du profit¹⁵.

L'organisation de la coopérative se fait autour d'une assemblée générale au cours de laquelle chaque membre pourra participer aux décisions prises pour la coopérative. C'est l'occasion de participer à l'évolution et à l'élaboration de son propre cadre de vie. Ces réunions sont organisées de manière régulière et démocratique. Lors d'une prise de décision tous les membres disposent d'une voix d'assemblée peu importe leur historique dans la coopérative et leur nombre de part sociale, un membre = une voix. Ainsi les membres de l'assemblée constitutive qui ont permis la fondation de la coopérative n'ont pas plus de poids que les nouveaux membres. Cependant le principe d'une coopérative se fonde sur le choix de plusieurs individus de vouloir vivre ensemble sous un même toit avec une idéologie commune, ce qui veut dire que les débats vont généralement dans le même sens entre les coopérateurs¹⁶.

Au niveau de l'organisation quotidienne, l'utilisation des locaux est réglée par l'établissement d'une charte. Cette dernière est écrite aux débuts de la coopérative afin d'énoncer les idéologies poursuivies par les coopérateurs fondateurs de coopérative. Ces principes sont par exemple l'explication quant aux valeurs intrinsèques de la coopérative au sujet de l'autogestion, des loyers à prix coûtants, de l'intégration harmonieuse du projet à son site, de l'utilisation des ressources, de la manière dont ils considèrent le mélange inter-générationnel, le partage des espaces communs et leur nettoyage etc... Chaque nouveau membre doit adhérer à cette charte et la signer pour devenir membre et donc s'engager à la respecter. Chaque coopérative est libre de définir ce qui est écrit dans la charte et va généralement la maintenir tout au long de sa vie y compris dans la construction d'autres projets¹⁷.

15. « C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter » ARMOUP
<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/> Consulté le 29.11.2017

16. Témoignages de Olivier Krumm, représentant du maître d'ouvrage de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

17. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
 Coopérative équilibre
 Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

2.3.2. AVANTAGES DE VIVRE DE MANIERE COOPERATIVE ET DURABLE

2.3.2.A. SENSATION D'APPARTENANCE

Selon le type de coopératives, leur choix idéologique et leur organisation, il est possible que les membres organisent d'eux-même des chantiers participatifs durant lesquels ils vont construire de leurs mains une partie du bâtiment. Ces chantiers se font généralement le week-end ou bien en semaine selon l'importance des ouvrages à réaliser. Ils invitent tous les futures habitants à venir mettre «la main à la pâte» au cours d'atelier qui ne demande pas spécialement de qualifications pour avoir un bon résultat. On peut y construire des aménagements de rangements intérieurs par exemples, des aménagements extérieurs, voire même des constructions plus complexes comme nous le verrons dans l'étude de cas en partie 4. Ceci permet de réduire les prix de la construction car ceci représente de la main d'œuvre en moins à financer mais aussi amène plusieurs avantages quant au commencement d'une relation de partage entre les individus. Chaque individu de la coopérative peut donc apporter son savoir-faire et ses connaissances pour alimenter le savoir collectif. Une sensation d'appartenance au bâtiment se construit dans la mesure où une partie de l'œuvre sera faite par les propres mains des habitants¹⁸.

Les chantiers participatifs sont le plus souvent organisés dans le cas des coopératives incluant des principes de durabilité dans ses objectifs et sa charte car les habitants se trouvent plus sensibilisés aux matériaux qu'ils utilisent et à la manière dont ils vont être capables de les modifier, les entretenir ou les rénover durant les années d'exploitation d'un bâtiment. Ces chantiers peuvent également être organisés tout au long de la vie du bâtiment lorsqu'il y a un besoin de rénovation ou de construction d'un nouvel ouvrage pour le bâtiment. Ceci permet que le bâtiment soit valorisé et donc pourra durer plus longtemps car il sera bien entretenu.

Les espaces extérieurs d'un immeuble coopérative durable vont être bien plus inclus dans l'espace même du logement que pour une résidence de logement standard. Ils vont également participer à la sécurité et au confort de ses utilisateurs. Les enfants comme les adultes peuvent s'y sentir en sécurité en travaillant sur ses accessibilités, les séparations physiques ou bien subtiles en créant des vues directes et indirectes permettant de marquer la semi-privacité de certains endroits par rapport à d'autres. En effet les espaces différenciés, espaces plus petits à certains endroits et plus grands à d'autres permettent à chaque utilisateur de pouvoir s'approprier en partie un espace et à y placer une bienveillance quand à son entretien et aux activités qui vont s'y dérouler¹⁹. Les aménagements extérieurs sont à considérer comme un prolongement des espaces intérieurs et comme une valeur ajoutée. De ce fait ils doivent être conçus avec autant de soin que les espaces intérieurs afin que le confort et le sentiment de chez-soi soit ressenti par les habitants à l'extérieur aussi bien qu'à l'intérieur de leur habitation.

18. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »

Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

19. Témoignages de Silmone, habitante de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

2.3.2.B VIE EN COMMUNAUTE

ESPACES COMMUNS

Comme nous l'avons vu précédemment, on peut remarquer aujourd'hui l'augmentation sensible du prix du mètre carré habitable particulièrement dans les villes. L'optimisation des espaces, le confort de ceux-ci et de l'aménagement intérieur des habitations est donc une stratégie à part entière dans le développement d'une architecture durable. Les coopératives d'habitations s'inscrivent tout à fait dans ce type de réflexions car, avec leur principe de vivre ensemble en communauté, elles proposent la possibilité de mutualiser certaines fonctionnalités dans des espaces communs ou bien de proposer des espaces communautaire qui auront pour but d'être le cœur du mouvement coopératif. Dans le même esprit que l'aménagement des espaces extérieurs, un espace intérieur multifonction va pouvoir élargir son panel d'utilisations et d'utilisateurs. Ainsi les surfaces de logement individuels vont pouvoir se trouver agrandies en proposant de nouvelles fonctionnalités tout en cherchant à être optimisées en gardant des volumes confortables²⁰. Dans l'ensemble, ceci permet une économie d'espace et de moyen car l'espace va pouvoir être plus souvent utilisé et donc être plus rentable. Comme un espace intérieur peut être un espace de détente à un certain moment de la journée il peut aussi être un espace de rencontre le soir, un bureau ou un espace de la salle de vie peut être un espace de travail en journée et devenir un espace convivial pour les habitants du logement plus tard dans la journée.

A une échelle plus grande dans les espaces communs d'un immeuble d'habitation, la multifonctionnalité des espaces va permettre de pouvoir accueillir plusieurs types d'activité dans un même espace. C'est le principe des salles communes que l'on retrouve dans tous les projets d'immeuble coopératif de logement. Ce sont des espaces qui peuvent à la fois accueillir des événements privés sur réservation mais également les rencontres entre les habitants de l'immeuble pour discuter du bon déroulement de la vie ensemble ou bien de prochains objectifs et projets à réaliser. Ces espaces sont le centre de l'immeuble en coopératif car ils sont le cœur de l'organisation pour trouver un juste milieu entre détermination et liberté. Des rencontres régulières sont organisées dans les espaces communs pour réunir le comité des habitants, environ tous les 2 mois selon les besoins²¹. Il y a aussi des tâches régulières d'organisation et d'entretien pour chaque habitant comme pour le ménage des parties communes par exemple et des journées communes d'entretien du jardin/potager. Tout ceci représente beaucoup de travail en commun et d'organisation qui ont besoin d'un lieu pour être discutés et décidés. C'est pourquoi chaque famille doit être consciente de ces éléments avant d'intégrer la coopérative et surtout partager les mêmes idéologies. Les espaces communs sont donc très importants pour les habitants car ils sont le cœur de l'esprit coopératif des lieux et représentent leur esprit de la vie en communauté.

20. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

21. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution » Coopérative équilibre Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

22. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

23. Témoignages de Simone, habi-
tante de l'immeuble de Cressy, lors de
la visite du bâtiment.

MIXITE FONCTIONNELLE

Les espaces de rez-de-chaussée ont une fonction importante dans la vie de communauté des coopératives d'habitation car ils sont le centre d'activité et d'attractivité de la vie en communauté. Ils peuvent être occupés par les espaces communs de la coopérative, par des logements si la législation l'autorise mais également par des commerces ou des centres d'activités. L'ajout d'un commerce de proximité comme une épicerie, un artisan ou un commerçant amène une réelle valeur ajoutée au projet car c'est un vecteur de mixité certain. Il est donc très intéressant de pouvoir aménager des commerces dans le ou les niveaux de rez-de-chaussée pour rendre plus visible et plus mixte la construction. De plus la multiplication des activités est également économique en terme d'argent mais aussi d'énergie car une seule enveloppe chauffée va pouvoir contenir plusieurs fonctions et réduire les besoins en mobilité des gens car cela créera un réseau de proximité²².

En effet concevoir plusieurs types d'espace permet d'avoir plusieurs fonctions et des types d'activités divers dans les aménagements publics. De la même manière que chaque pièce d'un logement occupe des fonctions différentes en fonction de son orientation, de sa luminosité et des besoins, les aménagements extérieurs vont suivre la même logique. En effet de beaux espaces publics mixtes et bien aménagés vont permettre une forte utilisation de ceux-ci avec des zones de jeux, de rencontre entre voisins ou personnes des quartiers environnants. En effet ces espaces vont attirer les gens et donc produire un réel dynamisme dans le quartier qui encouragera la mixité sociale car chaque espace attirera un type de personne différent selon ses caractéristiques²³.

Ces espaces publics n'ont pas la nécessité d'être au sol, ils peuvent aussi prendre la forme de balcon. Il est en effet possible de les construire les uns à côtés des autres en enfilade afin qu'ils participent vraiment à la sensation de vivre ensemble dans le quartier et encourage les échanges.

Il est évident qu'on ne peut pas parler d'aménagements extérieurs sans parler de biodiversité. Les espaces extérieurs doivent en effet encourager la biodiversité avec de larges espaces plantés pouvant accueillir une bonne diversité de faune et de flore. On remarque en effet dans certains quartiers que la mixité des espaces verts extérieurs est limitée à quelques arbres et à de la pelouse, cependant ce n'est pas assez pour qu'ils assurent un réel rôle dans la biodiversité animale et végétale du quartier. Il est en effet indispensable de prévoir des masses vertes dans lesquelles les espaces animales et végétales peuvent se développer et y créer un biotope durable et équilibré entre l'activité humaine, végétale et animale.

LOGEMENTS

Dans un immeuble de logement coopératif, il est très important de multiplier les types d'usagers afin de gagner en mixité dans le bâtiment. Pour cela il est nécessaire de proposer plusieurs dimensions de logements afin non seulement que plusieurs tailles de foyer puissent loger dans l'immeuble mais aussi pour qu'un tournus puisse être réalisé dans le cycle d'évolution normal d'une famille. Lorsque les enfants quittent la maison, il est logique du point de vue économique et écologique que la famille se déplace dans un logement plus petit qui correspondra mieux à leurs besoins. Dans le cas où les familles ont besoin d'une salle supplémentaire, il est très intéressant d'avoir à disposition quelques chambres en réservation occasionnelle ou en location permanente pour une courte durée afin que les besoins de la famille puissent être comblés. On peut souvent remarquer dans des immeubles coopératifs la présence de petites chambres ou dortoirs séparés qui permet de répondre à ces besoins. Il est également possible pour des jeunes couples, des personnes célibataires, des familles recomposées ou jeunes de pouvoir vivre dans un logement commun où chaque famille ou individu aura sa propre unité de logement indépendant des autres. Ils auront à leur disposition une grande salle de séjour commune avec une cuisine et éventuellement d'autres espaces comme par exemple une chambre pour les invités ou un salon plus privé que la salle commune. Ce dispositif prend le nom de cluster. Nous reviendrons sur cet élément lors des études de cas en 4ème partie. Cette manière de procéder permet non seulement d'avoir une meilleure mixité dans les immeubles de logements coopératif mais également d'apporter un confort à ses habitants²⁴.

24. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives »
WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

2.4. ARCHITECTURE ET DURABILITE

25. « La question du «bon» logement en architecture »
TEISSIER Benoît
Paris : mémoire de master, 2012.

L'architecture ne peut pas être réduite à un geste artistiques ou formel car elle est belle et bien incluse dans une forme de logique. Cependant cette logique n'a rien à voir avec le déterminisme de l'ingénierie. Je me pose donc la question de comment l'architecture, un art de connaître la valeur de l'esthétique, de pouvoir mettre en forme un tout confortable et bien conçu, et la durabilité, logique suivant des règles et principes strictes, peuvent-elles se rencontrer pour créer un hybride complet et cohérent. Dans la définition du mot projet, on y trouve deux mots. En premier le mot «pro» qui indique une réflexion qui mûrit et doit se faire en cohérence avec les stratégies qui tournent autour du sujet. On prépare cette étape en suivant un processus de conception, de rationalité par rapport au programme donné et d'une touche de jugement critique qui va produire l'expression spécifique du projet. En second on a le mot «jet» qui lui s'interprète comme le passage à l'acte et à la mise en exécution réelle et matérielle du concept. Le mot dans sa globalité montre le trait d'union entre la pensée et la réalité en recherchant une certaine forme de qualité et d'exemplarité pour les futurs utilisateurs²⁵.

Dans le cas d'un mandat pour un immeuble collectif coopératif durable, l'architecte ne construit pas pour lui-même mais bien en suivant la demande d'un ensemble de clients qui ont leurs propres volontés. L'architecture va donc de ce fait être influencée par ces volontés. Contrairement à des logements collectifs locatifs classiques où les préoccupations du constructeur s'orientent d'avantage autour des sujets du rendement de la surface bâtie et locatif, de l'économie générale dans les matériaux et de la visibilité de la nouvelle construction, les stratégies que suivent les coopératives d'habitation durables sont bien différentes. Elles se préoccupent davantage de l'aspect du mixage social en encourageant la rencontre et le partage entre les habitants mais aussi à l'échelle de tout le quartier. Dans leurs objectifs figurent également celui de la durabilité du projet construit par ses matériaux, son aménagement et son économie d'énergies.

Cette qualité spatiale et esthétique est souvent recherchée par les maîtres d'ouvrages construisant des immeubles collectifs standards, ce qui pousse l'architecte à trouver des compromis entre les contraintes du programme ou budgétaires et la valeur architecturale du bâtiment pour que celui-ci donne envie d'y habiter et ait un caractère unique. La difficulté est totalement différente dans le cas d'un projet conçu pour une coopérative d'habitation durable car les préoccupations ne sont pas placées au même endroit. Comme écrit dans la sous-partie précédente, les objectifs des futurs habitants se portent davantage sur les stratégies d'économies d'énergies, la manière de les mettre en œuvre, la possibilité de pouvoir participer directement à la construction de leur futur habitat en effectuant certaines tâches sur le chantier, la réflexion sur les espaces partagés avec le fait de vivre dans une grande communauté. A travers ces principes on peut donc se poser la question de quelle sera la place de l'architecture et de l'architecte dans cette nouvelle manière de concevoir un projet. La qualité architecturale n'étant pas mise en avant pour ses valeurs esthétiques mais plutôt pour ses valeurs fonctionnelles et rationnelles qui servent la durabilité et au partage. Par ces questionnement on peut donc se dire comme Lefebvre l'affirmait, l'espace est politique et par ce travail je souhaite exprimer que l'espace est aussi éthique.

Ainsi l'architecte doit adapter sa manière de mettre en forme son projet qui ne sera pas uniquement effectué pour répondre à un programme de manière fonctionnelle mais aussi avec un objectif de production qualitative et unique. C'est là toute la subtilité du travail de l'architecte qui ne doit pas s'apparenter à un automatisme en répondant à un problème par une solution technique mais plutôt à tirer un avantage de cette contrainte pour en produire une réelle valeur spatiale, esthétique ou sociale. Il est le coordinateur de tous ces éléments.

2.5. SYNTHÈSE

Cette première partie nous aura permis de comprendre comment la question du rapport du logement avec la durabilité a été traitée par le passé. Les anciennes constructions ont en effet peu été pensées en suivant des principes de durabilité et de respect de l'environnement ce qui laisse aujourd'hui une très grande proportion de logements très gourmands en énergie et qui ne correspondent peut-être plus à la demande actuelle de logement. Les législations ont évoluées depuis le premier choc pétrolier du début des années 1970 vers un ensemble de mesures encourageant et incitant les propriétaires privés à construire des bâtiments consommant moins d'énergie et utilisant des systèmes de construction et matériaux plus respectueux de l'environnement. Par ailleurs, on remarque depuis le milieu du 19ème siècle, la naissance d'initiatives citoyennes de différents types poursuivant un but commun qui est celui de proposer une offre de logement à loyer modéré aux familles de la classe moyenne. Ces familles n'ayant pas les moyens de devenir propriétaires seules s'allient avec d'autres personnes dans un groupement afin de construire et de faire ensemble leur propre logement collectif. Ce rassemblement va prendre la forme d'une coopérative d'habitation. On a aussi pu remarquer que les réflexions sur l'économie d'énergie et la mixité dans le logement sont des enjeux actuels pour notre société et que ces coopératives peuvent offrir une réponse à ces enjeux.

Dans mon étude, je me concentre particulièrement sur les coopératives d'habitations durables qui suivent une idéologie plus complète que les coopératives classiques dans la mesure où elles vont se soucier, en plus de produire des logements, de la dimension écologique et de l'empreinte environnementale de la construction et de ses habitants. En effet, en plus de la volonté commune d'avoir un logement à un prix accessible en répondant à leurs besoins et à leur confort, les habitants de ces coopératives durables cherchent également à avoir une consommation rationnelle des énergies et à se loger dans un bâtiment qui suit une éthique globale de durabilité, de rationalité et de sobriété. Ainsi dans cette partie nous avons pu comprendre le fonctionnement de ces coopératives, le principe de la charte, du faire-ensemble, des assemblées et de la manière de l'intégrer mais aussi quels sont les avantages de vivre dans une coopérative d'habitation durable du point de vue du dynamisme de sa vie en communauté, de la mixité, de la bienveillance des individus des uns avec les autres, de la multifonctionnalité des espaces etc...

Le rôle de l'architecte en réponse à ces initiatives citoyennes est de comprendre les besoins variés des coopérateurs, de proposer un projet cohérent et rassemblant sous un même concept toutes les problématiques vues dans cette partie. L'architecte est vu comme le coordinateur du tout qui va apporter de la qualité spatiale et la spécificité du projet.

3. LES STRATEGIES POUR UN PROJET D'HABITATION COOPÉRATIF ECOLOGIQUE

Dans cette partie il s'agira de réaliser un inventaire décontextualisé, structuré et éclairé des stratégies qui jouent un rôle dans la conception d'un projet d'habitat coopératif durable et écologique. Ces éléments théoriques constituent des incontournables à prendre en compte lors de la conception d'un projet favorisant ces deux notions. Pour réaliser cet inventaire, je vais m'appuyer sur la lecture d'ouvrages spécialisés dans les stratégies concernées et pouvant s'adapter à la conception d'un projet d'habitat coopératif durable et écologique. Je vais également m'inspirer d'une série d'exemples construits dont je vais tirer des éléments précis sans présenter une vue globale sur le projet.

Cet inventaire me permettra de regrouper les ingrédients nécessaires à la conception de mon projet de master dans la mesure où j'aurais pu en extraire des éléments concrets, détaillés et adaptables à mon projet. Les thèmes abordés sont organisés de manière logique en commençant par les principes globaux pour aller vers les solutions physiques et matérielles. Ces thèmes sont le territoire et la mobilité, les principes de l'architecture bioclimatique, le chauffage, la ventilation puis les capteurs solaires photovoltaïques et thermiques, le bon choix des matériaux, l'enjeu de l'eau avec la récupération de l'eau de pluie et des systèmes plus techniques comme les toilettes sèches et écologiques, le traitement des eaux usées et enfin le thème de l'autoproduction.

Les projets servant d'exemples pour appuyer certains points dans cette partie sont les projets suivants:

- La maison individuelle Clef de Sol construite sur les hauts de la Tour-De-Peilz par l'architecte Gilles Bellmann pour ces propriétaires Françoise et Olivier Guisan en 1999.
- L'immeuble collectif de Cressy construit à Genève par le bureau atba architectes pour la coopérative équilibre en 2011.
- L'immeuble collectif de Soubeyran construit à Genève par le bureau atba architectes pour les coopératives équilibre et Luciole en 2016.
- L'immeuble collectif Kraftwerk 1 construit à Zurich par Stücheli Architekten pour la coopérative Kraftwerk1 en 2001.
- L'immeuble collectif Kalkbreite construit à Zurich par Müller Sigrist Architekten pour la coopérative Kalkbreite en 2014.
- Le projet Solar Decathlon Europe de Lucerne en 2014.
- Le projet Solar Decathlon Canopea de Rhône Alpes team en 2012.

3.1. TERRITOIRE ET MOBILITE

3.1.1. CHOIX DU TERRAIN ET MOBILITÉ

De la même manière que chaque terrain est unique, chaque projet est unique. En effet un projet se forme après avoir fait une analyse complète du terrain, de ses contraintes et de ses spécificités. Ces différents éléments vont créer l'identité propre du projet ainsi que sa qualité d'intégration à son environnement. Nous verrons toute une série de mesures à mettre en place concernant la conception du bâtiment en lui-même dans la sous-partie suivante sur le chauffage, du point de vue de l'architecture bioclimatique. Dans cette sous-partie je souhaite d'avantage aborder le sujet du terrain en lui-même, de sa situation, de la manière dont il faut le choisir et l'aménager pour pouvoir y construire de manière durable et écologique.

Nous avons vu dans la partie précédente que l'obtention d'un terrain pour une coopérative d'habitation est très difficile surtout si c'est le premier projet de celle-ci. Ceci s'explique par le fait que les critères d'une coopérative sont assez contraignants. En effet, le terrain doit être bien orienté pour des raisons d'exposition au soleil, relativement dégagé pour ne pas avoir trop d'ombre portée des bâtiments environnant ou d'une végétation très importante à proximité, mais un des critères les plus importants est qu'il doit se trouver à proximité des transports publics afin que les habitants puissent se déplacer facilement dans la mesure où ils auront fait certains choix quant à leur mode de déplacement. En effet, tout le monde a besoin d'être mobile, que ce soit pour le travail, les activités, les enfants, la famille ou les amis, il est indispensable de pouvoir se déplacer de manière facile et relativement rapide.

Parlons tout d'abord du moyen de mobilité qui vient en premier à l'esprit, la voiture. La question de la voiture est une question que tout projet d'architecture doit considérer pendant la conception même du projet. En effet il existe un certain nombre de réglemmentations qui régulent le nombre de places de stationnement à construire en fonction du nombre de logements. L'inconvénient est que si ces places ne sont pas utilisées correctement, ceci régulièrement donc de manière rentable, elles peuvent devenir une réelle contrainte pour le projet car elles consomment beaucoup d'espace inutilement et à perte. Cependant il faut aussi prendre en compte l'aspect culturel de la voiture qui est un élément culturel sacré en Suisse. Elle est pour certaines personnes un élément de personnalité qui ne peut que difficilement être supprimé car cela porterait atteinte à leur liberté de se mouvoir et à leur confort²⁶. Cependant les coopératives écologiques souhaitent penser d'une autre manière sans pour autant réduire leur accès à la mobilité mais en la considérant différemment.

26. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

27. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p. 27

28. « La coopérative d'habitation équilibre présente son premier immeuble à Cressy »
Coopérative équilibre
Genève : Plaquette de présentation, 2006.

29. « La coopérative d'habitation équilibre présente son premier immeuble à Cressy »
Coopérative équilibre
Genève : Plaquette de présentation, 2006.

En effet, ils remarquent qu'un véhicule est parké 95% temps immobile dans la rue au risque de se voir abîmé ou dans un stationnement couvert gaspillant espace et argent car les places de stationnement couvertes sont très chères notamment en ville. Ainsi la possibilité qui est donnée aux habitants d'une coopérative d'habitation durable est de faire le « deuil de leur véhicule »²⁷ privé et de prendre l'habitude de réserver leur véhicule dans le système d'auto partage disponible en ligne pour les habitants de l'immeuble ou du quartier. Ceci permet d'avoir à disposition un véhicule toujours entretenu (par quelqu'un de la coopérative qui sera rémunéré pour cette activité) sans avoir à s'en occuper soi-même et à devoir endosser tous les frais qu'un tel véhicule nécessite. Les individus utilisant ce service sont bien sûr tenus de veiller au bon déroulement de l'opération et d'être à l'heure pour le retour du prêt. Ils seront facturés d'un prix au kilomètre (environ 50 centimes de franc) et devront mettre une certaine somme de base (environ 1000 à 1500 CHF) pour l'achat et l'entretien des voitures qui sera beaucoup moindre que pour un véhicule privé car il est partagé²⁸. Les véhicules peuvent être réservés n'importe quand dans la limite où le partage entre les foyers se fait de manière respectueuse et équitable. Pour avoir un ordre d'idée, pour 40 foyer membre, 10 à 15 véhicules suffisent. Dans le cas où toutes les voitures communes sont louées, il est toujours possible d'utiliser le service Mobility largement disponible dans les grandes villes suisses²⁹. Ces chiffres proviennent de l'exemple de l'immeuble Equilibre de Cressy. Ce type de changement dans les habitudes des usagers a plusieurs avantages notamment celui de libérer énormément de place dans les volumes des bâtiments afin de les employer pour des fonctions plus utiles comme des salles communes comme à Cressy ou des commerces comme à Soubeyran ou bien encore des programmes publics plus importants comme à Kalkbreite.

Cependant, la limitation de l'utilisation de la voiture permet de nombreux autres avantages en plus de celui d'être moins polluant, il permet également de redécouvrir la mobilité douce qui a été souvent oubliée par le passé mais qui regagne beaucoup en notoriété ces dernières décennies. En effet les trajets à pieds et à vélo ne sont pas si contraignants et inefficaces que l'on peut penser et il est vraiment dommage de voir comment l'automatisme de prendre sa voiture peut prendre le dessus sur les autres moyens de transports. Les trajets en voiture ne sont pas nécessairement plus rapides qu'avec le vélo voire même plus lents s'il s'agit de se rendre au centre-ville ou dans des zones à fortes attractivités où les places de stationnements se font rares. Également la liberté à vélo est une valeur qui se défend de plus en plus avec la mise en place de pistes cyclables un peu partout surtout en centre-ville, les Pays-Bas et nos voisins allemands nous en font la démonstration qu'il est possible de se déplacer quasiment uniquement à vélo et de réserver la voiture pour des trajets exceptionnels de longue distance ou de chargement. Le vélo est également bon pour la santé car il permet de faire de l'exercice physique et d'être moins stressé par

la circulation en cas de forte affluence vers les centre-villes. Avec l'émergence des vélos électriques à un prix de plus en plus abordable, il est possible de parcourir une plus longue distance pour tous les types d'individus et d'être bien équipé en cas de pluie. En plus d'être bon pour le corps et pour l'environnement, il est aussi bon pour le porte-monnaie car une voiture est réellement une charge financière. En effet une voiture d'occasion bon marché nécessitant peu d'entretien coûte environ 500 CHF par mois, impôts, assurance, vignette, essence, entretien et contrôle compris, les frais de stationnement, les amendes et autres viennent s'y ajouter. Alors qu'un bon vélo électrique d'occasion coûte environ 2000 CHF tous les deux ans, charges et entretien compris³⁰. On remarque donc bien que ces modes de mobilité individuelle alternatifs présentent beaucoup d'avantages.

Dans la mesure où les habitants des coopératives d'habitations durables choisissent de limiter leur déplacement en voiture et ne peuvent pas parcourir de trop grande distance à vélo, ils sont à la recherche d'un terrain leur proposant une certaine proximité avec les transports publics et les centres d'activités. Les transports publics sont en effet une très bonne alternative à l'utilisation de moyen de transport privé en tant que compromis. En Suisse particulièrement, ils sont rapides, efficaces et confortables et peuvent être sur beaucoup de points plus avantageux que la voiture. Ils sont généralement à un prix abordable qui n'ont rien à envier à la voiture et permettent de faire certaines activités privées comme de la lecture, les appels téléphoniques pendant le temps de transport. Il existe également des entreprises qui permettent de compter les heures de travail durant le transport dans la mesure où le confort qui y proposé est suffisant pour permettre la concentration de l'employé et un moyen de communication, internet en première classe dans les trains par exemple. Ceci est un bon moyen de revaloriser le temps de transport, ce qui n'est pas possible dans le cas d'un transport individuel où toute l'attention d'un conducteur doit être réservée à la conduite.

Il est normal que les habitudes collectives puissent mettre du temps à être modifiées mais le fait que les coopératives d'habitations durables proposent des alternatives est un très bon début.

30. « Calculateur de budget pour la Suisse »
suissesalaire
<https://www.salairesuisse.ch/fr/calculateur-de-budget/> consulté le 07.10.2017.

3.1.2. INTEGRATION DU PROJET A SON TERRITOIRE

INTEGRATION DES TRANSPORT

D'après ces différents éléments sur le sujet de la mobilité, on comprend bien que les transports sont à prendre en compte dans le choix même du terrain de construction mais également dans la conception des espaces extérieurs du projet. En effet ceux-ci doivent permettre la mise en place de transports doux ou autres systèmes de mobilité afin de garantir une offre de transport qui limite au maximum la consommation d'énergie et la production de pollution. Ils sont l'une des fonctions principales des espaces extérieurs et doivent être intégrés pour les mettre en valeur de la manière la plus efficace et en accord avec les besoins des habitants. Après avoir donné beaucoup de place aux voitures dans les aménagements extérieur privés et publics sous forme de parking à ciel ouvert, la tendance est aujourd'hui davantage à les placer en sous terrain en limitant leur présence à l'extérieur. De plus, la mobilité douce est de plus en plus encouragée par la construction de pistes cyclables et zones de stationnements pour les vélos. La pluralité des types de moyen de transport doit donc être prise en compte dans la conception des aménagements extérieurs afin de permettre à tous de pouvoir se déplacer comme il l'entend. Dans les coopératives d'habitations durables et plus largement dans les éco-quartier, on voit généralement un très grand nombre de places de stationnement de vélos suffisamment grands pour que tout les habitants puissent avoir leur vélo à l'abris à disposition à l'extérieur de l'immeuble. Cela amène un certain confort et encourage les habitants à utiliser ce moyen de transport plutôt qu'un autre.

ENVIRONNEMENT

Il est aussi important de remarquer que pour que l'intégration d'un projet dans son territoire soit réussie, il est nécessaire que les aménagements extérieurs intègrent également des réflexions sur le respect de l'environnement. Du point de vue technique, un aménagement extérieur planté et bien réfléchi sur la qualité de ses revêtements va permettre une meilleure gestion des eaux de ruissellement. Dans le cas où le revêtement au sol est étanche comme avec de l'asphalte, des revêtements minéraux ou compressés, l'eau de pluie va se diriger directement vers les égouts en ruisselant sur des surfaces imperméables. A contrario, dans le cas où le sol est perméable avec des zones plantées ou des revêtements en graviers ou autres matériaux laissant passer l'eau, l'eau de pluie va plutôt s'infiltrer dans le sol et alimenter la faune et la flore locales. Des aménagements extérieurs perméables vont permettre de limiter fortement voire entièrement supprimer le ruissellement de l'eau de pluie et ainsi de décharger les réseaux d'eau publiques en plus de permettre un stockage de l'eau localement pour moins avoir besoin d'arroser les plantations.

Il est également possible de créer des zones de lagunage, des noues ou des bassins de rétention qui peuvent s'apparenter à des piscines naturelles, constituant des réserves d'eau pour les aménagements extérieurs durant les périodes de sécheresse. Ces espaces peuvent comporter des avantages paysagers en plus d'être une zone attractive pour diverses activités de loisirs ou de détente grâce à sa fraîcheur. Les jardins de plantes épuratrices qu'il est possible d'aménager dans ce genre d'endroits peuvent permettre également de filtrer et de nettoyer les eaux de ruissellement qui peuvent être chargées en pollution. Il s'agira alors de bien choisir les types de roches et de plantes³¹. La valeur esthétique de ces espaces est également non négligeable car elle permet d'améliorer le cadre de vie des utilisateurs. Un espace fonctionnel d'après les points que nous avons vu précédemment va être d'autant plus apprécié et utilisé s'il est esthétique.

Le bon traitement des espaces extérieurs du projet permet donc une bonne intégration du projet architectural dans son environnement et son territoire. En effet, dans la mesure où l'aménagement est réfléchi en fonction de ses utilisateurs, de leurs besoins de se déplacer, du climat, de la réflexion sur la biodiversité et des activités, il permettra la mise en valeur nette de l'architecture. Le projet sera sublimé par les aménagements car ils seront une prolongation de celui-ci vers l'extérieur.

31. « Piscines les solutions écologiques des piscines naturelles aux piscines classiques améliorées »
SOULE Anne-Laure
Paris : Les Editions Eugen Ulmer, 2009.

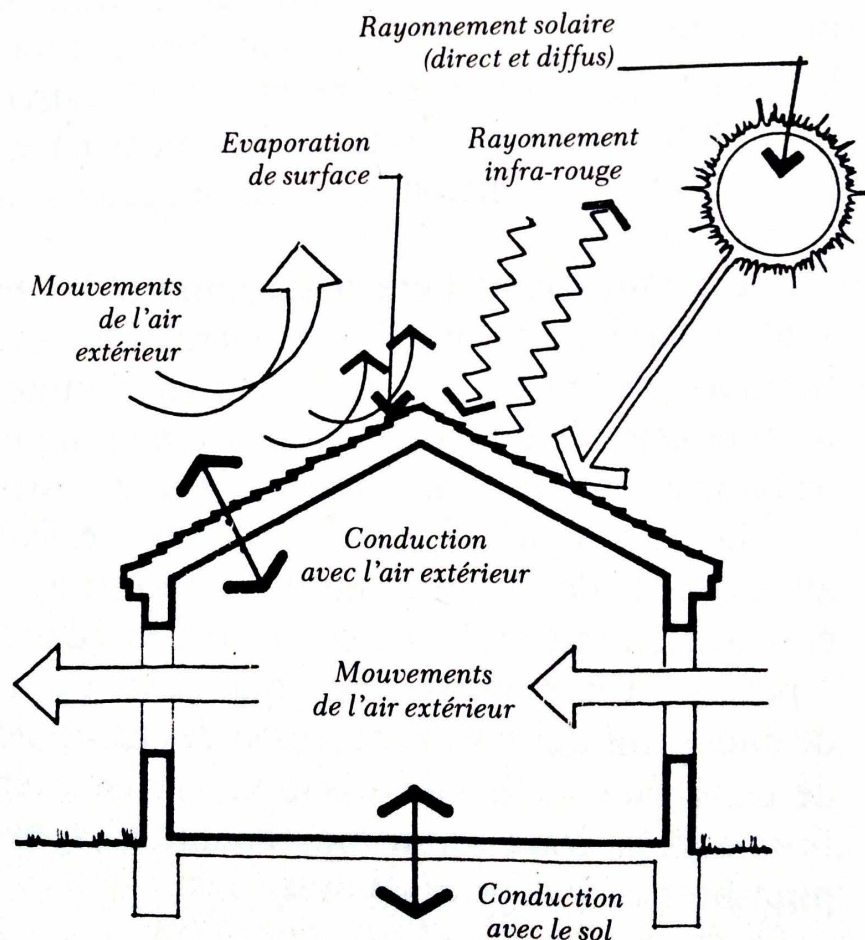


Figure 3.2.1. Schéma de principe. Source: WATSON, 1983 p. 8.

3.2. LE CHAUFFAGE

3.2.1. LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

Comme vu en partie 2 la question du chauffage est une question centrale dans les problématiques liées à l'économie d'énergie. L'objectif que les labels tels que Minergie® et Minergie-P® poursuivent est la réduction de la consommation en énergie des individus et des bâtiments au maximum. Dans cette partie je ne vais parler de système de chauffage à proprement dit mais plus de dispositifs qui permettent d'optimiser l'utilisation de la chaleur existante dans le bâtiment et de s'en fournir gratuitement par la simple utilisation logique de son environnement et l'organisation des espaces intérieurs.

Qu'est ce que l'architecture bioclimatique?

Le concept de base de l'architecture bioclimatique ou naturelle est de concevoir un bâtiment adapté à son climat³². La discipline est assez facile à comprendre car elle invite à analyser et à utiliser à bon escient les ressources présentes dans la nature que sont le soleil, le vent, la végétation et la température ambiante. Au travers de différents principes il est donc possible de tirer partie de certains phénomènes naturels de transfert d'énergie afin d'obtenir des gains ou bien des pertes de chaleur dans le bâtiment au bénéfice des habitants et en limitant les systèmes mécaniques de chauffage ou de climatisation.

Ce sont des principes qui ne sont pas nouveaux et qui ont beaucoup été utilisés dans l'habitation traditionnelle mais qui ont été perdus en partie durant l'explosion de la consommation de combustibles fossiles comme moyen moderne de chauffage et de climatisation. Cependant ces principes sont en regain d'intérêt depuis quelques décennies car ils permettent de l'économie d'énergie. Construire un bâtiment avec les principes bioclimatiques représente un investissement à long terme pour les individus mais aussi pour la société. Ses principes sont applicables à tous les types de bâtiment mais plus particulièrement facile à mettre en oeuvre dans des bâtiments à but d'habitation.

Les pertes et les gains de chaleur s'effectuent de quatre différentes manières: par conduction (à travers les corps sans déplacement de matière), par convection (transmission entre un corps et fluide), par rayonnement (échange d'ondes électromagnétiques, indépendant de la convection thermique), par évaporation (changement d'état de la matière qui induit un transfert d'énergie calorifique), voir figure 3.2.1.

La conception bioclimatique s'articule autour de neuf grands principes qui sont variables en fonction des saisons .

En hiver il s'agit de:

1. *Réduire les transferts de chaleur par convection* (transmission de chaleur d'un corps à un fluide) par l'utilisation de matériaux thermiquement isolants (parfois valable en été dans les climats très chauds).

32. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

2. *Favoriser les gains solaires* qui représentent un apport gratuit considérable d'énergie utilisable pour chauffer l'intérieur d'un bâtiment ou de l'eau. Des éléments du bâtiment peuvent être utilisés directement pour capter et stocker la chaleur sans avoir recours à un système mécanique indépendant.

3. *Limiter les mouvements de l'air extérieur* afin de limiter les déperditions thermiques dû à l'infiltration d'air de manière forcée dans le bâtiment. Pour cela il faut adapter la position du bâtiment par rapport aux vents dominants et chercher à casser les vents avec de la végétation ou avec la topographie.

4. *Limiter les infiltrations d'air* se fauillant dans les fissures, défauts de construction, cadre de porte. En effet on considère ces exfiltrations comme une des sources principales de la perte de l'air chaud dans l'enveloppe bâtie.

Hiver comme été il s'agit de:

5. *Déphaser les variations périodiques de température* en jouant sur les capacité thermique des matériaux utilisés pour la construction. En employant un matériau lourd ceci dégage un potentiel de stockage de la chaleur qu'il va restituer progressivement avec un effet retardateur. Ceci est particulièrement intéressant dans les climats où les variations de température sont très importantes entre le jour et la nuit.

En été il s'agit de:

6. *Limiter les gains solaires* en abritant le bâtiment du soleil car ces gains non souhaités peuvent mener à une surchauffe du bâtiment et donc à de l'inconfort.

7. *Favoriser la ventilation naturelle* pouvant être réalisée de deux manières, de manière croisée en utilisant le vent et avec l'effet cheminée en utilisant l'ascension de l'air chaud à l'intérieur du bâtiment. Mais une ventilation active peut aussi être utilisée.

8. *Favoriser le refroidissement par évaporation*. Ceci consiste en profiter de l'échange calorifique dû à l'évaporation de l'eau pour refroidir l'air à des endroits stratégiques comme les entrées du bâtiment ou l'enveloppe.

9. *Favoriser le refroidissement par rayonnement* consiste en l'utilisation du refroidissement par rayonnement nocturne lorsque les nuits sont plus fraîches que la température à l'intérieur de la construction. L'enveloppe extérieure doit donc être capable d'émettre des rayonnements infrarouge pour obtenir le refroidissement³³.

Ces principes varient d'une région à l'autre selon la durée et la force de périodes de froid et de chaleur. Ces éléments doivent donc être analysés et remis en cause en fonction de la localisation et de l'environnement du projet. Si le climat est chaud et sec les principes d'été sont applicables de toute manière et doivent être renforcés, au contraire si le climat est froid ou tempéré, les principes d'hiver doivent être renforcés et aussi leur rentabilité du point de vue économique et écologique.

33. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983, ensemble
de citation page 11 à 13.

3.2.2. LES PROTECTIONS

CONTROLE DU VENT

Avant de définir la position d'un bâtiment, il faut analyser rapidement le terrain pour savoir s'il est possible de s'abriter du vent. En effet une habitation ne devrait jamais se positionner dans une zone dégagée et exposée aux vents. Par contre il est possible de créer des barrières de protection artificielle notamment par le regroupement d'unités d'habitation ou la construction d'une barrière protectrice végétale ou construite. Il faut cependant faire attention à ne pas créer de barrière entièrement imperméable aux vents car ceci crée des turbulences dans la zone protégée (20 à 60% de porosité est la proportion la plus efficace d'après les chercheurs de l'Université du Wisconsin)³⁴. L'implantation de ces protections amène également souvent une valeur esthétique aux aménagements extérieur quand il est bien intégré, il faut cependant également prendre en considération que cette barrière va également freiner la brise en été.

Une seconde approche dans cette lutte de la maîtrise du vent serait de ne pas lutter contre celui-ci mais plutôt d'éviter ses effets néfastes en adaptant la forme du bâtiment aux vents dominants mesurés sur les lieux. La stratégie ici est de chercher à diminuer la différence de pression entre les deux façades opposées du bâtiment afin de limiter les infiltrations et la vitesse du vent le long des façades. Les ouvertures seraient aussi situées à l'écart de la façade la plus exposée aux vents. Dans l'habitat traditionnel les toitures sont généralement en pente ce qui permet de limiter l'effet barrière contre le vent et de le laisser s'écouler de manière fluide³⁵.

La meilleure solution contre le vent est d'utiliser le terrain lui même comme barrière naturelle au vent. C'est à dire qu'il est possible de positionner le bâtiment au-dessous du niveau du sol ou de remonter le niveau du terrain pour créer des remblais autour du bâtiment. Cette idée par de la logique que les surfaces hors sol affronte directement les contraintes climatiques alors que les volumes dans le sol sont protégés de ces contraintes. Il se trouve en effet que la plupart de ces contraintes disparaissent dans le cas d'une construction dans le sol et que certains avantages peuvent même en être dégagés, notamment celui de l'utilisation de la masse thermique du sol pour réguler la température et l'humidité à l'intérieur du bâtiment. En effet à deux mètres sous terre, la différence de température annuelle est d'environ 10°C, ceci offre donc une possibilité de déphasage complet de saison en saison³⁶.

34. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983, ensemble
de citation page 11 à 13.

35. Ibidem.

36. Ibidem.

37. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

38. Ibidem.

39. Ibidem.

UTILISATION DE LA VÉGÉTATION

Une couverture végétale évapore une très grande quantité d'eau tous les jours et l'effet sur la température de l'air environnant est non négligeable. La différence de température entre une surface végétalisée et une surfaces imperméable tels que de l'asphalt ou du béton sont de l'ordre de 6°C ou plus si les surfaces sont exposées au soleil³⁷. Il s'agit d'un refroidissement par évaporation. Ainsi la disposition et la répartition des surfaces végétalisées et des surfaces imperméables vont directement agir sur la température de l'air ambiant ce qui agira sur les besoins en climatisation du bâtiment mais également sur la qualité de l'air. Les principes de l'architecture bioclimatique encouragent à utiliser la végétation au maximum pour les surfaces horizontales, en façade mais également pour à employer des arbres pour ombrager les constructions³⁸.

CONTROLE DU SOLEIL

Comme pour le vent, il est bon d'utiliser le terrain environnant, la végétation ou des structures construites pour ombrager la construction en été. Le placement du bâtiment va donc se faire de manière stratégique par rapport à la présente végétale ou aux éléments paysagers déjà présents sur le site. Le but est que la construction soit protégée par ces éléments pendant l'été mais au contraire complètement libre de la protection pendant l'hiver pour profiter de l'apport de chauffage amené par le rayonnement solaire directe. En été tout particulièrement il s'agit d'éviter que le soleil rentre directement dans les espaces intérieurs afin d'éviter la surchauffe et les zones d'inconfort. Pour cela une des solutions est d'utiliser la différence d'angle d'inclinaison des rayons du soleil en hiver et en été pour déterminer des avancées de toit ou la position d'un espace tampon, d'un pergola ou d'une barrière. Ainsi les rayons du soleil pénètrent dans l'enveloppe chauffée en hiver lorsque les rayons sont bas mais ceux-ci restent à l'extérieur du bâtiment en été car ils seront coupés par les protections solaires. Une autre possibilité est d'utiliser la végétation de type feuillue pour protéger les façades en été. Ombrager les murs permet de réduire de moitié les rayonnements solaires touchant la façade et donc la transmission de la chaleur vers l'intérieur. Si la végétation est placée directement contre la façade comme dans le cas d'une plante grimpante l'effet de refroidissement par évaporation est un avantage en plus de l'ombrage produit par le feuillage. En hiver les plantes auront perdu leurs feuilles et le rayonnement solaire pourra pénétrer directement dans le bâtiment³⁹.

De même la forme du bâtiment et la disposition des espaces intérieurs doivent être réfléchies en fonction de l'orientation et des conditions climatiques du lieu, nous verrons ça plus précisément par la suite.

3.2.3. REGULER LA TEMPERATURE

REFROIDISSEMENT PAR EVAPORATION

Il existe le principe de refroidissement à deux réservoirs qui permet de créer une ventilation naturelle à travers le bâtiment. Vous pouvez en voir un schéma dans la figure 3.2.2. Ce principes permet de créer naturellement un meilleur confort dans les espaces à l'intérieur du bâtiment. Etant donné que l'air froid est plus dense que l'air chaud et qu'il a donc tendance à descendre, de principe propose de construire une cour extérieure ombragée qu'on peut voir à gauche sur l'image. Cette cour fermée mais à ciel ouvert est souvent agrémentée d'une fontaine permettant d'humidifier l'air et donc de le rafraichir. L'air frais va ensuite être aspiré par la dépression créée par l'air chaud dans la cour exposée à l'avant du bâtiment, à droite sur l'image, et rafraichir l'ensemble des espaces intérieurs. Ce dispositif est beaucoup utilisé dans les pays chauds mais il est peut aussi être mis en place de manière plus simple notamment par la construction de patio avec un pulvérisateur d'eau ou de la végétation. Ces espaces permettent aussi d'avoir des endroits frais en intérieur/extérieur bien agréables pendant les périodes chaude⁴⁰.

40. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

Certaines techniques proposent également de pulvériser de l'eau directement en toiture ou sur une autre paroi extérieure ou d'installer un bassin d'eau en toiture. Ces dispositifs doivent être intégrés dans le projet à la base. Ils réduisent considérablement la température à la surface de l'enveloppe et sont donc très efficaces cependant ils sont aussi consommateur d'eau et assez sophistiqués. L'avantage amené par les bassins en plus du système de pulvérisation est que l'eau a une masse thermique qui permet le déphasage.

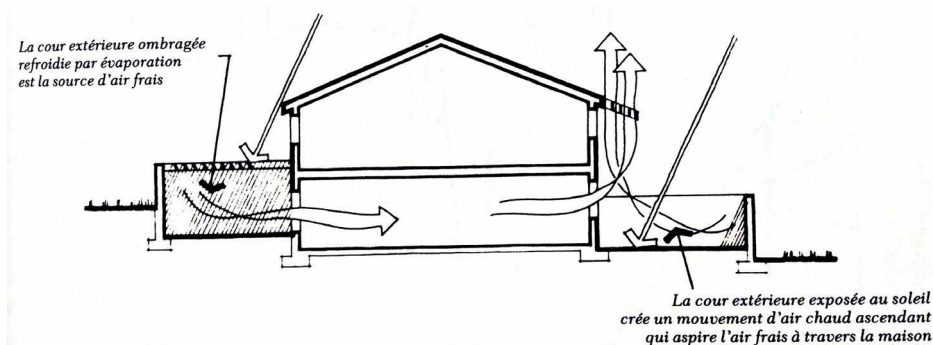


Figure 3.2.2. Schéma de principe. Source: WATSON, 1983 p. 35.

ESPACE INTERIEUR-EXTERIEUR, LA SERRE

La serre joue le rôle d'espace intermédiaire en hiver comme en été pour permettre de réguler la température dans l'habitation. Cet espace orienté vers le sud permet de tirer promis d'un chauffage passif en hiver. Elle n'est cependant pas propice pour une occupation de chambre à coucher mais plutôt idéale pour être un espace de jeux, de repos ou pour cultiver des fruits, légumes et plantes de manière plus aisée en raison des conditions particulièrement clémente de la pièce.

Durant l'hiver, la chaleur accumulée dans le solarium peut être extraite par simple convection naturelle qui va amener la chaleur vers les espaces plus frais de l'habitation ou par l'installation d'un petit ventilateur s'actionnant en fonction de la température. Dans le cas d'une distribution naturelle il s'agit uniquement d'ouvrir les ouvertures entre la serre ou un autre type d'espace tampon et les espaces intérieurs. L'architecture des espaces et leur enchainement va donc permettre de déterminer comment cette distribution va s'effectuer. Par exemple dans le cas de la maison Guisan, les espaces ont été pensés pour que la convection de l'air chaud provenant de la serre se fasse progressivement dans les espaces du rez-de-chaussée avant de parvenir aux étages supérieurs si les portes intermédiaire de la cage d'escalier sont ouvertes. Egalement si les dimensions de la serre sont bien proportionnées, les rayons de soleil en hiver vont pouvoir la traverser et pénétrer jusqu'à l'intérieur du bâtiment afin de chauffer plus directement l'intérieur de l'habitation.

En période estivale, la serre, du fait de son orientation, va accumuler beaucoup de chaleur cependant il suffit de laisser les ouvertures extérieures ouvertes en permanence pour éviter la surchauffe. En générale, les serres sont également protégées à l'extérieur par des plantations grimpantes qui viennent la protéger du soleil et réaliser l'effet de refroidissement par évaporation que nous avons abordé auparavant. Le but est que ces plantes perdent leur feuille en hiver pour laisser la totalité des rayons du soleil pénétrer dans l'habitation. La protection peut aussi être assurée par un avant toit ou des rideaux mobiles. En été les rayons du soleil sont proches de la verticalité sous nos latitudes ce qui veut dire que la serre sert également de protection solaire pour les espaces intérieurs du logement car les rayons du soleil ne vont que frapper le sol de la serre. C'est en laissant la température dans la serre fluctuer librement qu'elle pourra pleinement jouer son rôle de masse thermique régulatrice de la température. Si l'utilisation de la serre est bien gérée, la chaleur qu'elle génère peut couvrir environ 40% des besoins en chauffage, c'est le cas de la maison Guisan⁴¹. Les mêmes dispositifs sont utilisés dans le projet Solar Decathlon Canopéa avec un dernier étage entièrement vitré qui sert de d'espace tampon avec l'appartement le plus et les loggias dans les étages.

41. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
 GUI SAN Françoise et Olivier
 Bex : Publi-Libris, 2008.

DISTRIBUTION DES ESPACES

Le principe est qu'on peut réduire les besoins en chauffage au minimum en tirant parti de l'environnement et des conditions climatiques tout simplement en distribuant les différentes fonctions dans le plan selon la trajectoire du soleil. Ce principe est complémentaire aux autres techniques bioclimatiques citées plus tôt et permet de diviser l'espace intérieur en zones qui auront des besoins en chauffage et en climatisation différents. Ainsi le soin qui est mis au bon placement de chaque pièce en fonction de son activité et de son orientation permettra de contrôler son apport solaire et donc réduire les besoins de chauffage et de climatisation de manière globale⁴². En l'occurrence, la cuisine sera plutôt située du côté est du plan pour profiter de petit déjeuner avec les rayons de soleil du matin, le séjour aura une place préférentielle à l'orientation sud car il est l'espace qu'on occupe en journée, un espace chaud et lumineux accueillant le foyer de la famille, au sud-ouest se trouvera l'espace tampon dont nous avons parlé dans la sous partie précédente, un bureau ou une autre activité ayant besoin de lumière, la partie du plan orientée vers le nord-ouest et nord-est est propice à l'implantation des chambres ou des espaces ayant moins besoin de chaleur et de lumière, pour les activités nocturnes. Également le fait de bien gérer les volumes dans un habitat permet de rendre plus efficace le système de chauffage et de ventilation de l'habitation car l'air pourra s'écouler plus facilement à l'intérieur et entre les espaces⁴³.

42. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

43. Ibidem.

UTILISATION DES FENÊTRES ET MURS ACCUMULATEURS

Dans le cas où on recherche à optimiser le rendement des fenêtres, le principe prend appui sur le fait que le rayonnement solaire peut être transmis dans le bâtiment de manière directe, diffuse ou réfléchi. Il est possible d'utiliser des surfaces extérieures pour accroître la réflexion et de la qualité globale du rayonnement qui pénétrera à l'intérieur. Cependant ce procédé n'est pas très intéressant car il nécessite d'utilisation de matériaux réfléchissant temporaires pour ne pas que leur effet soit péjorant en été⁴⁴.

44. Ibidem.

Il est toutefois vrai que les positions des fenêtres doivent être réfléchies, les plus grandes baies vitrées doivent donc être placées principalement sur la façade sud afin de récupérer le rayonnement solaire adéquate à ses besoins. Les façades est et ouest vont également être très exposées surtout en été car elle vont capter un rayonnement solaire plus directement que la façade sud, elles peuvent participer à part entière au captage du rayonnement solaire mais aussi être protégées. La façade nord quand à elle est très peu exposée, uniquement de manière assez faible en été, il est donc préférable d'éviter les ouvertures sur cette façade pour éviter les faiblesses dans l'isolation dans le mur.

45. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

46. Ibidem

47. « Canopea - Presentation Movie - Solar Decathlon 2012 »
Canopea
<https://www.youtube.com/watch?v=p28tFxd9MZY> consulté le 22.11.2017

Le dimensionnement optimal des surfaces vitrées dépend de la grandeur des pièces, de l'isolation de l'enveloppe, de la capacité de stockage thermique des matériaux intérieur et des conditions climatiques. Dans le cas d'un climat plutôt froid et d'une structure légère dotée de triple vitrage, on estime que la surface de vitrage optimale correspond à 7 à 10% de la surface de plancher. Cette surface pourrait couvrir environ un tiers des besoins en chauffage de la maison en hiver⁴⁵. Si la maison est bien conçue avec les principes cités plus tôt notamment la bonne orientation des fonctions dans le logement, l'utilisation de protection nocturne extérieur, l'augmentation de la masse thermique interne dans la maison, le gain de chauffage passif pourrait être encore accru. Également il faut éviter les pièces aveugles car elles vont nécessiter de l'éclairage électrique et donc une consommation d'énergie non nécessaire si le local pouvait être éclairé naturellement notamment par un lanterneau ou un velux.

Ce chapitre parle également de l'utilisation de matériaux à forte capacité thermique qui permettent de stocker les gains de chaleur dû à une bonne gestion des mouvements d'air par convection ou à l'exposition directe du rayonnement solaire sur des matériaux denses et lourds. En effet, durant une belle journée d'hiver ensoleillée, on aime se tenir debout sur une dalle chauffée par le soleil à travers une baie vitrée même une fois que le soleil a disparu. Ceci est possible grâce à une capacité thermique suffisante du matériau pour retenir la chaleur et la restituer progressivement. Ce type d'opération permet de déphasage de la chaleur dans le bâtiment et donc de limiter le refroidissement de l'intérieur du bâtiment durant la nuit. Les matériaux isolants ne sont adéquates pour ce type d'utilisation car la chaleur n'y reste qu'en surface et est vite dissipée, pour ce type de fonction il faut employer un matériau lourd et massif (le béton, la pierre et la brique sont souvent utilisés dans ce but)⁴⁶. Le projet Solar Decathlon Canopea propose une autre manière de stocker de la chaleur à travers un grand réservoir d'air inséré dans le bâtiment. Ce réservoir isolé de l'extérieur stocke de l'air provenant de l'extérieur et le remet grâce à un ventilateur avec un décalage de 12 heures. Ceci permet de faire profiter les logements de l'air frais de la nuit en été et de les chauffer avec l'air chaud de la journée la nuit⁴⁷.

3.2.4. L'ENVELOPPE THERMIQUE

LA FORME

Le but est de réduire le rapport surface/volume (RSV) qui permet de comparer l'efficacité de différentes formes pour créer un volume donné. Les déperditions thermiques d'un bâtiment sont proportionnelles à la surface de son enveloppe par définitions car c'est de la chaleur quittant le volume chauffé à travers l'enveloppe⁴⁸. Donc logiquement plus le bâtiment est compact moins il y aura de perte. On ne compte dans ce calcul que les surfaces d'enveloppe hors-sol car les déperditions dans les parties enterrées sont considérées comme négligeables. Ce rapport donne donc une mesure de la performance thermique d'une enveloppe mais ne tient pas compte des usages à l'intérieur du volume et si les volumes sont occupés de manière optimisés cependant la consommation de chauffage restera environ identique peu importe les usages. Le rapport surface d'enveloppe/surface de plancher (RSSP) donne donc une meilleure appréciation sur l'efficacité du plan. D'après cette formule la forme la plus efficace serait la sphère, cependant celle-ci est difficilement constructible et aménageable, nous préférons généralement davantage les constructions traditionnelles à angle droit ce qui explique que la forme facilement constructibles la plus efficace est la forme de plan carré avec pour hauteur la moitié de son côté. Ceci s'apparente à une maison individuelle de plan compacte élevée sur deux étages. Dans le cas d'un bâtiment de volume plus important comme un immeuble, il est difficile d'aménager des espaces profonds et non efficace au niveau des techniques de chauffage thermique vues précédemment, on va donc plutôt opter pour le compromis de construire des volumes de forme carrée ou rectangulaire en limitant la profondeur des pièces et de réaliser une superposition d'étages.

Si pour des raisons esthétiques ou pratiques, la forme du bâtiment ne peut pas se réduire à un carré extrudé, il est possible d'intégrer des espaces tampons à l'enveloppe chauffée. Notamment lorsque le toit ne peut pas être plat mais en pente à cause de la neige par exemple, l'enveloppe chauffée peut se limiter à la dernière dalle et l'espace sous comble remplir le rôle d'espace tampon, c'est le même raisonnement pour la serre, les espaces de vide sanitaire sous les dalles de rez-de-chaussée, les garages, un vestibule ou les espaces d'activités non chauffés.

48. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

49. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

50. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

OPTIMISATION DES SOURCES DE CHALEUR

Il est également possible de récupérer de la chaleur directement à la source des systèmes de chauffage. En effet dans le cas où le bâtiment est chauffé en partie par une cheminée, un poêle à bois ou même un chaudière conventionnelle, le rendement est faible car une grande partie de la chaleur est rejetée directement à l'extérieure par les conduits des fumées évacuées. Il est possible de récupérer en partie cette chaleur en installant un dispositif de circulation d'eau directement en contact avec le conduit d'évacuation qui permettrait de préchauffer l'eau chaude sanitaire ou alors pour le système de chauffage au sol s'il existe⁴⁹.

Egalement cet air chaud peut être utilisé d'une autre manière en passant à travers des éléments d'ameublement et ainsi créer des bancs ou des parois chauffées de manière agréable sans système de chauffage spécifique pour cet élément. Sur le même principe l'air chaud se réfugiant dans les hauteurs de l'habitation peut être combiné à un système de stockage de masse sous la dalle du rez-de-chaussée ou renvoyé à niveau inférieur par un système de ventilation haut-bas simple comme l'indique la figure 3.2.4. En été l'air chaud va simplement s'échapper par une ouverture haute.

Cet exemple montre l'efficacité de centraliser les sources de chaleur à l'intérieur du bâtiment afin d'éviter les déperditions thermiques. On voit en effet souvent construit dans les bâtiments contemporains les systèmes de chauffage à l'extérieur de l'enveloppe chauffée. Les conduits chauds et froids se croisent et doivent être isolés l'un de l'autre mais aussi de l'environnement extérieur. Ainsi il est beaucoup plus facile de placer les systèmes de chauffage et de stockage de chaleur dans l'enveloppe chauffée afin que les déperditions thermiques bénéficient aux espaces intérieurs et ne soient pas perdues. Egalement il est plus intéressant de placer les sources de chaleur domestiques tel que la cuisine contre les murs intérieurs pour éviter les déperditions à travers les murs de l'enveloppe⁵⁰.

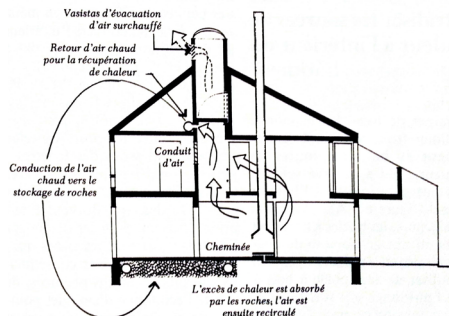


Figure 3.2.4. Schéma de principe ventilation haut/bas.
Source: WATSON, 1983, p. 97.

L'ISOLATION

Tous les matériaux sont par définition isolants car ils ont tous une certaine résistance au passage de la chaleur cependant la plupart des matériaux structurants ne sont pas suffisamment isolants de par leur composition dense pour assurer le maintien de la chaleur à l'intérieur du bâtiment. Ils doivent donc être suppléés par un matériau dont la fonction spécifique sera l'isolation thermique. Le rôle de l'isolation est donc de maintenir la température à l'intérieur du bâtiment à un niveau de confort lorsque les conditions extérieures le nécessitent en hiver mais aussi en été. L'isolation doit être placée partout là où la chaleur pourrait s'échapper au travers de l'enveloppe. Sa quantité dépend des critères suivant : l'exposition au soleil, le vent et le contact avec le sol. C'est pour cela que les recommandations des facteurs d'isolation pour un climat donné ne sont pas les mêmes pour les murs, les toitures et les fondations. Également les normes changent en permanence sur le sujet mais le principe est que la détermination des quantités optimales d'isolation se base sur une estimation du coût global de la construction. Il s'agit de calculer les coûts de chauffage et les coûts de l'amortissement de l'isolation en économie de chauffage pour déterminer la quantité d'isolation⁵¹. Ainsi on pourrait dire que la quantité d'isolation dépend du coût du combustible. C'est ce calcul qui a amené la société à construire des bâtiments quasiment sans isolations jusqu'aux années 1970 car l'énergie fossile était très abordable.

Aujourd'hui d'autres réflexions rentrent en jeu notamment en se rendant compte que l'énergie utilisée pour chauffer nos habitations est polluante et a des effets néfastes sur notre environnement et notre santé. Ainsi l'utilisation d'isolation pour maintenir la chaleur à l'intérieur de nos bâtiments n'est plus qu'uniquement réfléchie en fonction d'une économie de l'instant mais plus pour un investissement à long terme. De cette analyse naissent les nouveaux labels plus ou moins exigeant au sujet de la consommation d'énergie que nous avons vus en partie 2. Ces labels ne considèrent pas uniquement l'épaisseur d'isolation mais également le contrôle stricte de points faibles de l'enveloppe, les ponts thermiques.

Les protections contre l'humidité sont également un sujet en rapport avec les isolations car si les mouvements d'humidités sont mal contrôlés, cela peut mener à une détérioration rapide des matériaux les produits cellulosiques qui peuvent pourrir, les métaux qui peuvent se corroder etc... L'utilisation de pare-vapeur et le placement stratégique des différentes couches d'isolation permettent de contrôler les risques de condensation de l'eau et les points de rosée et donc la détérioration prématurée des matériaux. Si le bâtiment est entièrement étanche à l'air, il n'y a pas de risque de condensation trop importante car vu qu'il n'y a pas de fuite, l'humidité a peu tendance à circuler dans les matériaux⁵².

51. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

52. Ibidem

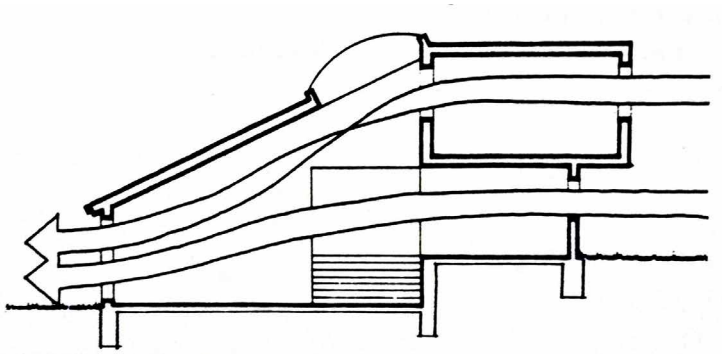


Figure 3.3.1. Schéma de principe ventilation haut/bas.
Source: WATSON, 1983, p. 97.

3.3. LA VENTILATION

3.3.1. LA VENTILATION NATURELLE

Il est possible d'utiliser la forme du terrain, les masses d'arbres ou les éléments construits pour contrôler la direction et la vitesse du vent. En maîtrisant l'écoulement du vent on peut l'utiliser pour ventiler naturellement les constructions. Néanmoins une forte exposition aux vents en été peut être agréable notamment par son effet de rafraîchissant mais en hiver cela est une vulnérabilité comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent. Une analyse topographique et des vents sur le site permettra de connaître la répartition des flux d'air et ainsi d'évaluer le meilleur emplacement pour la future construction. L'architecture du bâtiment peut prendre en compte les effets diurnes (élévation de l'air chaud le jour) et nocturnes (descente de l'air froid la nuit) pour concevoir son système de ventilation mais aussi les circulations d'airs qui peuvent être différentes en été et en hiver⁵³. L'articulation des pièces dans le bâtiment et les ouvertures vont donc chercher à suivre les chemins d'écoulement du vent pour qu'ils puissent traverser sans interruption l'ensemble du bâtiment. Cela indique que l'organisation des locaux doit se faire sur un plan ouvert et donc qu'il faut créer des séparations d'une autre manière entre les pièces, par des différences de niveaux par exemple, voir schéma 3.3.1.

Ce système peut également être couplé à un système central de ventilation naturelle ressemblant à la figure 3.2.4. vue précédemment et qui permet à l'air vicié et chaud de s'échapper par le haut. Il faut donc assurer la possibilité à l'air de pouvoir remonter entre les étages par la cage d'escalier ou d'autres surfaces perméables. Ainsi chaque ouverture dans la maison fera rentrer de l'air dans l'habitation et non plus par un seul côté, voir figure 3.3.2.

Les avantages d'une telle installation sont les suivants :

- L'installation est simple, peu coûteuse et donc facile à entretenir.
- Il n'y pas de consommation d'énergie ni de bruit de ventilateur.

Les points négatifs sont les suivants :

- Le débit est difficile à garantir car il est dépendant du climat.
- Il nécessite des conduits verticaux jusqu'en toiture qui peuvent produire du bruit.
- L'air rentre frais dans la maison ce qui amène de l'inconfort en hiver et ne peut pas être filtré.

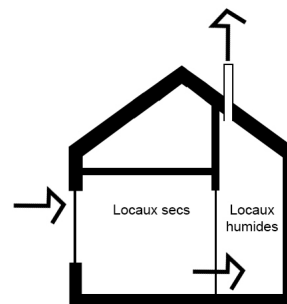


Figure 3.3.2. Schéma de principe ventilation naturelle.
Source: Inspiré de IBGE, 2017.

53. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983.

3.3.2. LA VENTILATION MECANIQUE

La question de la ventilation est une stratégie à part entière et vient en lien direct avec celle du chauffage. En effet le système de ventilation doit éviter de perdre toute l'énergie du chauffage lors du renouvellement d'air. Ainsi les systèmes montrés dans la sous partie précédente ne peuvent que être utilisés en tant que tel dans le cas où la température extérieure est proche de celle souhaitée à l'intérieur. Si la chaleur de l'air des espaces intérieurs doit être conservée, l'air devra passer par le biais d'un échangeur thermique avant d'être rejeté à l'extérieur.

Les principes d'une ventilation contrôlée peuvent être soit mixtes (à la fois naturelle et mécanique) soit entièrement mécaniques. L'air neuf est d'amené par les locaux secs comme la salle de séjour, les chambres, les bureaux et l'air vicié est évacué par les locaux humides notamment la cuisine et les sanitaires. Cela est justifié par le fait qu'on cherche à limiter l'humidité dans l'habitat et à évacuer les mauvaises odeurs. Ainsi il existe trois possibilités autres que la ventilation naturelle qui sont l'alimentation mécanique avec un évacuation naturelle, l'alimentation naturelle avec l'évacuation mécanique ou bien l'ensemble mécanique⁵⁴.

Le label Minergie® impose des règles d'or au sujet du renouvellement d'air. Dans son *aide au dimensionnement aération douce*, il indique que «chaque pièce de séjour, de travail et de chambre à coucher doivent recevoir 30 m³/h d'air»⁵⁵. Il indique également que le débit sortant des pièces comme la cuisine doit être de 40 m³/h, de la salle de bain ou de douche de 40 m³/h et des WC de 20 m³/h. Cette hauteur de débit est donc en effet difficile voir impossible à garantir avec une ventilation naturelle.

54. « Ventilation dans le logement choix du système »
IBGE Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement
Bruxelle : 2017

55. « Aide au dimensionnement aération douce »
Minergie, 2017

VENTILATION PAR INSUFFLATION

Nous allons maintenant nous intéresser au type de ventilation par insufflation. Il amène l'air frais par un ou plusieurs ventilateurs dans les pièces de vie et les chambres et laisse l'air vicié s'évacuer librement par un conduit vertical en toiture, voir le schéma figure 3.3.3.

Les avantages d'une telle installation sont les suivants :

- Possibilité de filtrer l'air pulsé et de le préchauffer par un puits canadien ou un autre système.
- L'entretien est limité.

Les points négatifs sont les suivants :

- Peu efficace pour l'évacuation de l'air vicié dans les salles humides.
- Il nécessite des conduits verticaux jusqu'en toiture qui peuvent produire du bruit.
- L'air s'échappe de l'enceinte chauffée sans récupération de la chaleur.

VENTILATION PAR EXTRACTION

Il existe également la ventilation par extraction. Elle consiste en l'approvisionnement d'air neuf à travers des grilles réglables en façades, l'air va ensuite de transférer sous les portes ou par des grilles avant d'être évacué vers l'extérieur par un ou plusieurs ventilateurs dans les locaux humides, voir le schéma figure 3.3.4.

Les avantages d'une telle installation sont les suivants :

- Installation simple et flexible dans le cas d'une construction neuve mais aussi en rénovation.
- L'entretien est limité.
- Possibilité de réguler l'extraction selon les besoins et de récupérer l'énergie de l'air vicié à l'aide d'une pompe à chaleur.

Les points négatifs sont les suivants :

- L'air froid rentrant directement dans les espaces de vie peut créer de l'inconfort en hiver et ne peut pas être filtré.
- Il y a un risque de bruit avec les grilles en façade et il peut être difficile de ventiler une pièce centrale.

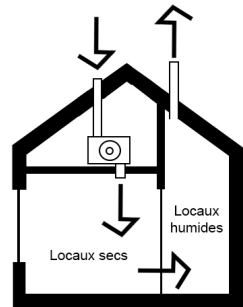


Figure 3.3.3. Schéma de principe ventilation par insufflation. Source: Inspiré de IBGE, 2017.

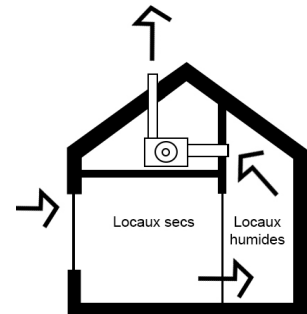


Figure 3.3.4. Schéma de principe ventilation par extraction. Source: Inspiré de IBGE, 2017.

VENTILATION DOUBLE FLUX

La ventilation double flux amène l'air frais à travers un ventilateur qui passera dans un échangeur thermique avant d'entrer dans les pièces, l'air se transfère ensuite sous les portes puis est extrait par des ventilateurs qui le feront passer à nouveau à travers l'échangeur thermique avant de le relâcher à l'extérieur, voir le schéma figure 3.3.5.

Les avantages d'une telle installation sont les suivants :

- Récupère la chaleur.
- Le débit peut être maîtrisé.
- L'air frais est filtré et le confort est élevé en hiver.

Les points négatifs sont les suivants :

- Installation coûteuse et complexe.
- Demande plus d'entretien que les autres types de ventilation.

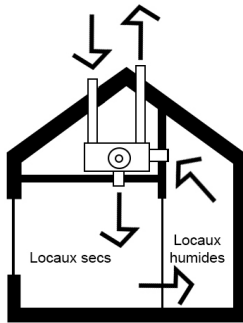


Figure 3.3.5. Schéma de principe ventilation double flux.

Source: Inspiré de IBGE, 2017.

Les types de ventilations les plus couramment utilisés sont les ventilations par extraction et à double-flux car ils sont plus intéressants pour ventiler les locaux humides et permettent la récupération de la chaleur de l'air vicié. Cependant le choix se fait en fonction des éléments suivants:

- Les possibilités techniques d'installer un système plutôt qu'un autre. En effet la technique de la ventilation double-flux est complexe techniquement car elle impose deux fois plus de tuyaux que la ventilation par extraction ou par insufflation et les installations techniques qui en résultent occupent de la place et peuvent faire du bruit, les échangeurs à plaque ou à rotatif ont environ le même rendement et le même prix.
- Comparer les coûts de l'installation avec les coûts d'exploitation, ce point découle directement du point précédent et peut être déterminant pour certains budgets.
- Du besoin ou non de traiter ou de filtrer l'air neuf.
- De la réglementation.

3.4. L'ENERGIE SOLAIRE

3.4.1. LA LUMIERE

Dans un souci d'économie d'énergie et d'espace, il est important de rechercher à ce que toutes les surfaces soient éclairées naturellement de manière directe ou indirecte. En effet un espace ayant peu de luminosité ou une lumière artificielle peu suffisante va forcément être moins agréable pour y passer du temps et donc moins utilisé. En effet d'après le SECO (Secrétariat d'ECONomie à l'énergie), la lumière influence bien plus que la vue, elle influence également l'activité d'une personne, la stimule, l'anime et lui donne envie d'entreprendre. La lumière fait également partie d'un processus physiologique en encourageant le bon fonctionnement du métabolisme, l'équilibre hormonal, le système immunitaire mais joue également un rôle psychique qui permet souvent aux individus d'être actif ou plutôt au repos. Les variations de la luminosité dans la journée sont un facteur essentiels pour la synchronisation des fonctions physiologiques et psychologiques de l'homme en fonction de l'heure du jour⁵⁶. *En principe, tous les locaux, même ceux rarement fréquentés, tous les postes de travail occupés en permanence, passagèrement ou occasionnellement, et toutes les voies de circulations doivent avoir un éclairage naturel et/ou artificiel adapté à leur utilisation*⁵⁷. Cependant il est toléré d'avoir une intensité lumineuse différente en fonction du genre de travail qui doit s'effectuer dans le local. Un espace de circulation ou un local nécessitant une intervention manuelle occasionnelle peut avoir une intensité lumineuse comprise entre 50 et 150 lux, Un local de travail pour une activité sans exigence particulière peut être éclairé avec un minimum de 200 lux, une visibilité simple pour une activité grossière nécessite un minimum de 300 lux, une activité de lecture, d'écrire ou de travail à l'écran nécessite un minimum de 500 lux, le travail de précision nécessite de 750 à 1000 lux pour être confortable. Ces valeurs minimales pour des tâches et des activités spécifiques sont définies dans la norme SN EN 12464-1⁵⁸.

La valeur moyenne d'intensité lumineuse nécessaire dans une pièce pour se sentir confortable est donc de minimum 600 lux avec une température de couleur de 5300 à 6500 K soit une couleur riche en bleu. L'intensité de l'éclairage naturel à travers des fenêtres en façade diminue rapidement vers le fond d'un local, il fait donc chercher à restreindre autant que possible la distance entre la façade et le fond d'un local mais aussi la distance entre l'ouverture et le plafond du local. Les conditions de visibilité peuvent également être garanties pas d'adjonction d'un éclairage artificiel mais la teinte n'est pas toute à fait celle de la lumière naturelle et ceci peut consommer beaucoup d'énergie. L'éclairage artificiel doit donc être complémentaire de l'éclairage naturel et non l'inverse. Cependant il faut tout de même faire attention à la direction de la lumière et de leur effet d'ombre, à l'éblouissement (direct, par contraste ou par réflexion) et à l'effet stroboscopique⁵⁹.

56. « Commentaire de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail » Confédération suisse Berne 2015.

57. « Commentaire de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail » Confédération suisse Berne 2015, p.2.

58. Ibidem

59. Ibidem

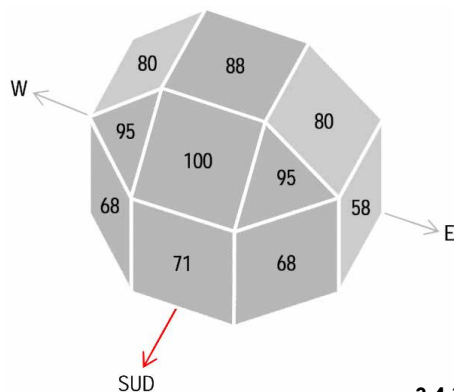
3.4.2. LES PANNEAUX SOLAIRES

Le peuple suisse a accepté le 21 mai 2017 la révision de la loi sur l'énergie en validant les objectifs de la stratégie énergétique 2050. Cette loi vise à réduire la consommation d'énergie globale sur la Suisse en cherchant à améliorer l'efficacité énergétique des installations et des constructions tout en promouvant les énergies renouvelables. Ainsi les enjeux relatifs à la production d'énergie sont actuels et répondent à des besoins permanents. Cette loi sur l'énergie prévoit une série de mesure d'économie d'énergie, d'amélioration de l'efficacité énergétique et de l'utilisation des énergies renouvelables qui seront mises en œuvre par étapes. L'une d'entre elle notamment prévoit d'encourager les privés à consommer l'énergie qu'ils auront eux-même produite alors que aujourd'hui la majorité de l'énergie électrique produite par les installations privées est rejetée directement dans le réseau. Une autre loi prévoit d'accélérer les procédures d'autorisation de construction d'une installation solaire ou encore de soutenir les investissements pour l'électricité renouvelable⁶⁰.

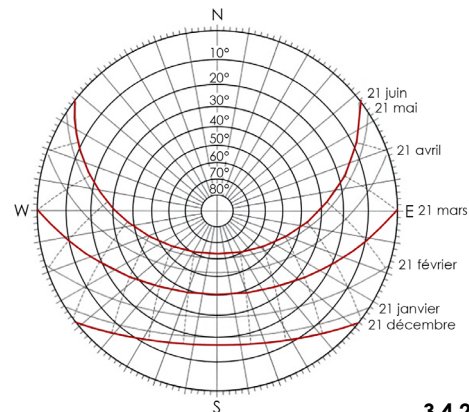
60. « La loi sur l'énergie: principales mesures prévues »
Confédération suisse
Berne, 2016.

Figure 3.4.1. Schéma de prisme solaire. Source: Cours de Master2 enseigné par Mme Munari Probst en 2017..

Figure 3.4.2. Diagramme solaire. Source: Inspiré du cours de Master2 enseigné par Mme Munari Probst en 2017..



3.4.1



3.4.2

ORIENTATION

D'après les explications sur les principes de l'architecture bioclimatique vues précédemment, on sait que l'orientation des façades et des espaces intérieurs sont déterminantes pour obtenir le meilleur rendement de chauffage. Dans la même logique une bonne orientation des pans soutenant les capteurs solaires permettra à l'installation de produire le meilleur rendement d'énergie. Il est préférable de prévoir l'installation des panneaux solaires au moment de la construction du bâtiment afin de réserver les surfaces nécessaires à leur implantation mais aussi pour que leur esthétique et leur position corresponde avec le concept architectural global du bâtiment. Ils peuvent être intégrés directement à la structure et composer l'enveloppe même du bâtiment mais également venir se poser en applique sur l'enveloppe dans le cas où des surfaces adéquates ont été réservées en but de l'implantation d'une installation solaire.

J'ai suivi en première année de master le cours de Mme Maria Cristina Munari Probst qui nous a permis d'acquérir les premières bases au sujet de comment concilier architecture et énergie solaire. Durant ce cours, nous avons travaillé à plusieurs reprises sur la compréhension du prisme solaire que vous pouvez voir en figure 3.4.1. Ce prisme nous indique que l'orientation optimale pour l'installation de panneaux solaires est plein sud, un léger décalage par rapport à cette orientation n'affecte cependant que très peu le rendement global. Le numéro 100 correspond à la quantité de rayonnement solaire maximale perçue par la face la plus exposée du prisme sur l'année, il s'agit donc de la surface orientée vers le sud et inclinée à 45°. On peut remarquer que les surfaces inclinées à 45° et orientées vers le sud-ouest et le sud-est sont très bien exposées également. La surface horizontale de toiture est exposée à hauteur de 88% de la valeur maximale de base. Cependant cette surface est exposée de manière forte aux rayonnements solaires quasiment uniquement pendant la période d'été, lorsque le soleil est au plus haut à environ 73° d'altitude au maximum lors du solstice d'été, voir figure 3.4.2. Cette situation permet d'avoir un pic de production électrique lors d'une installation solaire photovoltaïque très haute mais très irrégulière sur l'année. Les façades est et ouest sont également assez exposées avec 58 % de la valeur maximale de base et profitent d'un éclairage direct et relativement perpendiculaire à la surface toute l'année du fait que ceux sont les orientations du soleil levant et couchant. Ceci peut être un bon avantage dans certaines circonstances mais il faut également faire attention à protéger les vitrages sur ces orientations car les rayons du soleil vont pénétrer très largement dans les espaces intérieurs. La façade nord, non représentée sur le prisme, est éclairée de manière assez faible mais tout de même visible durant les mois d'été au lever et au coucher du soleil. Cependant la maigre puissance des rayonnements rend peu justifiable une installation de panneaux solaires car elle ne sera que difficilement rentabilisée.

LES DIFFERENTS TYPES DE PANNEAUX

Lors de la conception d'une installation solaire, il faut tout d'abord définir les besoins des utilisateurs du bâtiment pour ne pas réaliser une surproduction inutile d'eau chaude par exemple dans le cas d'une installation solaire thermique. Il faut également faire attention à son orientation en fonction des types de technologies utilisées. En effet il existe deux grandes familles de panneaux solaires, tout d'abord les panneaux solaires thermiques qui servent à chauffer l'eau chaude sanitaire ou bien le bâtiment dans sa globalité et les panneaux solaires photovoltaïques qui servent à produire de l'électricité.

Les panneaux solaires thermiques peuvent prendre différentes formes. La forme la plus répandue est celle du capteur plan-vitré. Il est constitué d'une plaque métallique de couleur sombre sous laquelle circule un liquide ou un gaz dans un serpentin. Le tout est placé derrière une vitre et dans un caisson isolé pour éviter les déperditions de chaleur. La vitre laisse passer les rayons mais reste opaque aux rayons infrarouge. Par la transformation du rayonnement solaire rencontrant la plaque en chaleur le fluide se trouve réchauffer et continue à circuler sans interruption dans l'accumulateur (balon d'eau chaude). Avec ce type de panneau, l'eau peut être chauffée entre 50 et 100 °C. La seconde forme de panneau solaire thermique est semblable mais avec une structure beaucoup plus simple. Elle s'appelle capteur non vitré et est simplement constituée de la plaque avec le fluide mais sans le vitrage ni l'isolation. Ce système va donc être beaucoup plus sensible au vent mais aussi plus facile à mettre en œuvre car moins lourd et coûteux. Il peut par ailleurs prendre un nombre assez varié de forme et de motif. Avec ce type de panneau, l'eau peut être chauffée entre 25 et 50 °C. La troisième et dernière forme de panneaux solaires thermiques sont les capteurs à cubes, ils sont constitués d'un tube en verre sous vide dans lequel se trouve une plaque de métal et un tuyau rempli d'eau circulant de manière continue comme pour la première forme. L'avantage de cette technique par rapport aux techniques précédentes est qu'il y a moins de perte par convection de la chaleur dans la mesure où le tube est sous vide. Avec ce type de panneau, l'eau peut être chauffée jusqu'à 120 °C⁶¹.

Les panneaux solaires photovoltaïques sont constitués de cellules photovoltaïques en silicium reliées entre elles par des fils métalliques en série ou en dérivation. Sans rentrer dans le détail, le courant est produit par le déplacement des électrons dans les fils de métal suite à la pénétration des photons des rayons de soleil dans le silicium. Chaque cellule permet de produire un certain voltage qui doit être ajouté à d'autres cellules sous forme de panneaux afin de produire une quantité significative de courant. D'où la nécessité de fonctionner avec le principe de module dans les installations photovoltaïques car les

61. L'ensemble de ces informations proviennent directement de mes notes et du support de cours fourni par Mme Maria Cristina Munari Probst.

contraintes techniques sont très importantes, plus importantes que pour les installations de panneaux solaires thermiques. Les cellules peuvent également être de différents types. Le premier type sont les panneaux solaires photovoltaïques composés de cellules en silicium monocristallin avec un rendement de 17 à 22%, le deuxième type sont les panneaux solaires photovoltaïques composés de cellules en silicium polycristallin avec un rendement de 11 à 17%, ils sont moins coûteux que le premier type et sont aujourd'hui les panneaux avec le meilleur qualité prix. Le troisième et dernier type sont les panneaux photovoltaïques en couche mince avec un rendement de 4 à 14% selon le type, ces derniers sont les panneaux les moins utilisés mais aussi les plus abordables et sans complexité de mise en place car ils sont très souples.

Avec ces derniers éléments, on peut vite comprendre que ces différents types de panneaux ne vont pas toujours trouver leur place au même endroit sur un bâtiment.

REFLEXION SUR LE RENDEMENT

Dans le cas de la maison Guisan, les capteurs solaires ont été intégrés à la structure. La recherche de la bonne orientation a même dictée la forme du bâtiment dans la conception globale du projet. On voit que l'installation de capteurs solaires était présente dès la conception du projet. Les panneaux solaires photovoltaïques y ont été installés au dessus de la serre orientée vers le sud avec une inclinaison proche de 45° et en façade de l'étage supérieur à la verticale. Les panneaux solaires thermiques ont été installés en façade sud à la verticale⁶².

Cet exemple illustre le fait que les panneaux solaires, selon leur fonction et l'objectif de leur production d'énergie doivent occuper des positions différentes. En effet, si le but de la production d'énergie électrique par les panneaux photovoltaïques est de produire le plus d'énergie possible et de le réinjecter dans le réseau en tout temps alors les panneaux solaires peuvent théoriquement être positionnés à tous les endroits exposés de manière raisonnables au rayonnement solaire sans se préoccuper d'obtenir une production régulière sur l'année. Cependant si la loi vient à encourager le fait de produire sa propre énergie alors la question se posera de comment stocker cette énergie et rendre sa production plus régulière dans le temps et en tout saison. La loi sur la stratégie de l'énergie 2050 prévoit que l'électricité pourrait être vendue à des voisins cependant les problèmes de stockage et de régularité de la production se posent toujours. Dans ce genre de cas, il s'agira donc de chercher à dimensionner l'installation solaire en fonction des besoins des usagers, de l'emplacement du bâtiment, de son orientation etc ... Le site www.swissolar.ch permet de pré dimensionner facilement une installation de panneaux photovoltaïque. De plus, en lisant

62. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

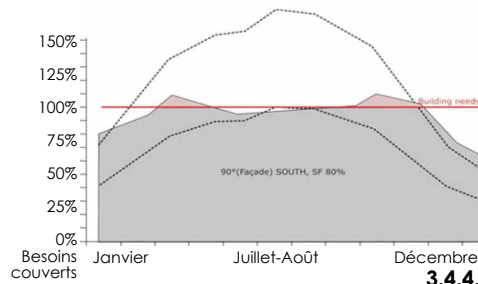
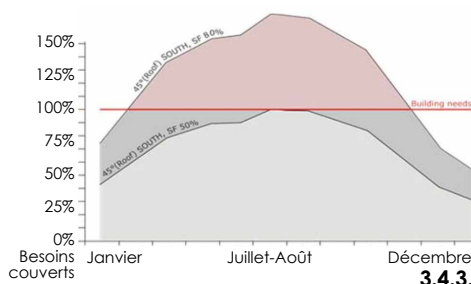
63. « L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »
WATSON Donald, CAMOUS Roger
Montréal : L'Étincelle, 1983, p.78.

Figure 3.4.3. Graphique de la production d'eau chaude produite par une installation en toiture à 45° orientée vers le sud. Source: Cours de Master2 enseigné par Mme Munari Probst en 2017.

Figure 3.4.4. Graphique de la production d'eau chaude produite par une installation en façade verticale orientée vers le sud. Source: Cours de Master2 enseigné par Mme Munari Probst en 2017.

le prisme solaire et le diagramme solaire, on peut assez aisément imaginer que la position la plus adéquate pour les panneaux s'ils sont fixes et s'ils doivent produire de l'énergie pour les besoins des usagers toute l'année est l'implantation de l'installation sur le ou les pans du bâtiment avec une inclinaison avoisinant les 45°. En effet ceci permet de bien pouvoir capter les rayons du soleil également en hiver lorsque le soleil est bas et le rayonnement moins intense mais aussi que les panneaux puissent se libérer de la neige.

Dans le cas d'une installation de panneaux solaires thermiques, les mêmes types de questionnements vont se poser et d'autres solutions apportées. La chaleur est en effet une énergie qui ne peut que difficilement être rejetée dans les réseaux pour que d'autres constructions à distance l'utilisent. Elle ne peut également être stockée que sur période assez courte dans un environnement bien isolé des conditions extérieures. Son utilisation doit donc se faire de manière locale et maîtrisée. Les graphiques ci-dessous 3.4.3. et 3.4.4. expliquent la problématique un peu plus clairement. En rouge sur le graphique de gauche on remarque une surproduction importante en période d'été dans le cas où l'installation de panneaux solaires thermiques se situe sur la toiture à 45°. Ce phénomène peut être très dangereux pour les installations et pour les individus qui l'utilisent. Ainsi la proposition de placer les panneaux solaires thermiques sur la façade sud verticale semble plus réaliste car cela permet une production d'eau chaude plus régulière sur l'année et couvrant la quasi totalité des besoins des utilisateurs sur l'année si elle est bien dimensionnée. L'inclinaison parfaite pour la production d'eau chaude sanitaire en hiver suivrait la formule suivante «inclinaison=latitude du lieu + 15°»⁶³, ce qui est équivalent à une inclinaison d'environ 60° à une latitude moyenne dans l'hémisphère nord soit en compatibilité totale avec les pentes de toiture traditionnelle. Les panneaux solaires photovoltaïques peuvent quant à eux se positionner sur tous les autres pans bien exposés.



Le dimensionnement de l'installation des panneaux solaires thermiques va se faire en fonction de si les usagers ont besoin d'un préchauffage de l'eau, d'une couverture moyenne ou d'une couverture élevée. Vous pouvez voir sur la figure 3.4.5. un tableau permettant de pré dimensionner une installation solaire thermique selon les besoins en eaux chaudes sanitaires.

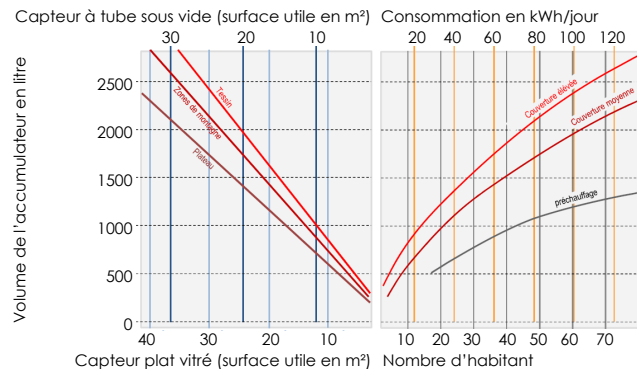


Figure 3.4.5. Tableau permettant le pré dimensionnement d'une installation de panneaux solaires thermiques. Source: Cours de Master2 enseigné par Mme Munari Probst en 2017.

MULTIFONCTIONNALITE ET INTEGRATION

L'installation de panneaux solaires photovoltaïques peut aussi servir en double emploi. Je cite pour exemple le projet le projet de solar décathlon Canopea qui utilise les panneaux comme brise solaire au dernier étage de l'immeuble⁶⁴. En effet les cellules photovoltaïques des panneaux solaires peuvent également être montées sur un support transparent qui permet de laisser le rayon du soleil passer entre les jours. L'espace se situant au dessous peut accueillir des activités diverses comme une salle commune ou de loisir, par contre une utilisation en temps que bureau ou chambre à couchée n'est pas adéquate du fait de l'ombre portée très saillant qui en résulte. Ainsi l'installation solaire est appréciable pour sa fonction première qui est la production d'énergie électrique mais aussi pour ses qualités esthétiques et pratiques de brise de soleil avec projection d'un motif original. Un autre exemple de double emploi des panneaux se trouve dans la maison Guisan. En effet, les panneaux photovoltaïques ont tendance à chauffer lorsqu'ils ne sont pas correctement ventilés en période de forte exposition. Il est possible de profiter de cette forte chaleur en l'utilisant pour alimenter un séchoir à fruits et légumes. Il existe plusieurs modèles de séchoir qui peuvent être mise en place rapide et facilement. Il suffit de prévoir un tuyau reliant la

64. « Canopea - Presentation Movie - Solar Decathlon 2012 »
Canopea
<https://www.youtube.com/watch?v=p28tFxd9MZy> consulté le 22.11.2017

65. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
 GUISSAN Françoise et Olivier
 Bex : Publi-Libris, 2008.

zone à l'arrière des panneaux photovoltaïque et de le relier à un emplacement prévu pour le séchoir. Si le séchoir est plus haut que les panneaux, l'air montra par gravité naturellement vers le séchoir mais pour accélérer le processus il est possible d'ajouter un petit ventilateur à la sortie du séchoir⁶⁵. Ceci permet une belle économie d'énergie et encourage l'aspect multifonctionnel des panneaux solaires.

En dehors de cet aspect multifonctionnel, le principal problème auquel les architectes font face lors de la conception d'un bâtiment comprenant une installation photovoltaïque est le soucis de l'intégration de celle-ci à l'esthétique générale du projet. De par le passé, les installations solaires et particulièrement les installations de panneaux photovoltaïques ont comme connotation quelque chose de peu esthétique, qui ne montre pas de grande variété dans la possibilité de mise en œuvre du produit et de son aspect. L'intégration de beaucoup d'installations solaires ne cherchaient et ne cherchent encore pas toujours à être prise en compte dans le projet architectural. On voit encore beaucoup d'installations mal intégrées dans le volume même du bâtiment qui viennent se positionner comme quelque chose d'ajouter par dessus un volume déjà construit et défini. La question qui se pose aujourd'hui c'est de comment ces installations doivent faire partie intégrante des projets d'architectures face à la nécessité croissante de produire sa propre énergie de manière locale et durable? Un certain nombre de réponses ont déjà été apportées.

D'après les travaux de Angela Clua Longas, Sophie Lufkin et Emmanuel Rey, les performances des installations photovoltaïques intégrées aux bâtiments s'améliorent rapidement mais fait en effet face à de nombreuses barrières. Du fait que leur qualité esthétique est très peu variée et que les possibilités de mise en œuvre son réduite à un minimum, les architectes ont plutôt tendance à vouloir éviter de les intégrer dans la conception de leur bâtiment ou bien de les placer sur les façades les moins visibles. Ceci contribue au fait que ces installations continuent à être considérées comme peu esthétiques et que peu d'initiative cherche à donner de la valeur à ces produits. Cependant du fait qu'il faille maintenant trouver un moyen de concilier le design avec les technologie, leurs travaux cherchent à proposer des stratégies pour intégrer ces installations dans les façades appelées actives. Le terme d'active veut exprimer le fait que la façade ne va plus uniquement être passive et servir sa fonction première qui est de garder la chaleur du bâtiment à l'intérieur de celui-ci afin de consommer moins d'énergie mais elle va également devenir active dans la produire d'énergie. Le but de cette recherche est de proposer aux architectes des systèmes de construction innovants permettant d'intégrer l'aspect esthétique que les architectes recherchent mais aussi la performance de la production d'énergie⁶⁶.

66. « Towards Advanced Active Façades: Analysis of façade requirements and development of an innovative construction system »
 CLUAS LONGAS Angela, LUFKIN Sophie, REY Emmanuel
<https://infoscience.epfl.ch/record/229135?ln=fr> consulté le 15.12.2017

Quelles sont donc les possibilités qui s'offrent à nous les architectes?

Face à une demande croissante des acteurs de la construction mais aussi face à l'engouement aux sujets des énergies renouvelables, un certain nombre de produits novateurs plus esthétiques ont déjà été mis sur le marché et peuvent mieux convenir à certaines utilisations notamment les produits du Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM), les produits de Kromatix ou de Solaronix. Ceux sont des panneaux solaires photovoltaïques qui, techniquement, sont identiques à la technologie que nous avons présenté auparavant mais qui sont retravaillés au niveau de leurs aspects extérieurs afin de mieux pouvoir être intégrés à une enveloppe construite. Ces produits peuvent avoir des aspects très divers allant du métallisé, à la couleur vive opaque et en passant par les aspects comme le tissu ou même les motifs et les écritures⁶⁷. L'inconvénient que l'on peut y trouver est que la surface extérieure est toujours en verre très lisse et brillante du fait qu'il faut éviter que la saleté puisse s'accrocher dessus et ainsi affecter le rendement de l'installation. Une membrane est en réalité fixée à l'arrière de la vitre de protection des cellules photovoltaïques, elle doit sa couleur au fait que la membrane va refléter la longueur d'onde correspondant à cette couleur dans les rayons du soleil ou bien d'un autre motif qui lui est propre. Les cellules sont quasiment invisibles à l'arrière du plan vitré et le rendu est de très bonne qualité. Le rendement en est affecté de 5 à 40% selon le type de technologie utilisée ce qui n'est pas négligeable. Les détails de joints et de bordure sont de plus en plus travaillés et bien finis dans la mesure où le bâtiment a intégré l'installation solaire directement dans sa conception afin de bien maîtriser le calepinage des panneaux. Le prix de l'installation incluant ce type de technologie va également être revue fortement à la hausse en comparaison à un équipement standard, ce qui ne permet actuellement pas de vraiment créer le «déclik» chez les potentiels clients. On peut espérer que dans le futur, les entreprises vont continuer à innover dans cette direction et que ce type d'alternative pourra améliorer son rendement et devenir plus abordable.

67. Les fabricants étaient venus nous présenter leur produits durant le cours fourni par Mme Maria Cristina Munari Probst

3.5. LE MATERIAU

3.5.1. GENERALITES ET CRITERE DE CHOIX

Le choix des matériaux est une stratégie qui vient très rapidement animer les débats lors d'une démarche personnelle de construction de son propre habitat durable et écologique. Il incarne en lui même tout le sujet de la durabilité car plus la durée de vie d'un matériau est longue, plus il y aura de temps avant de remettre de l'énergie dedans pour le rénover ou le reconstruire⁶⁸. La notion de construction écologique en terme de matériau peut être appréciée de différentes manières. Elle consiste pour certain à faire attention aux matériaux utilisés et à leur équilibre naturel pour protéger l'avenir en évitant les produits de l'industrie qui s'usent souvent très vite et qu'il faut remplacer rapidement en consommant une nouvelle fois de l'énergie, et pour d'autre c'est au contraire l'inverse c'est à dire que les matériaux utilisés devraient être de qualité et être produits en grande série pour les rendre moins gourmands en énergie chacun pris séparément.

Pour moi, il s'agit de prendre en compte 5 critères pour choisir le bon type de matériaux pour sa construction écologique:

- Tout d'abord il doit avoir un faible impact sur l'environnement direct du bâtiment. Construire est déjà un acte de destruction en lui même, il s'agit donc ne pas choisir des matériaux qui auraient une incidence trop forte sur l'environnement direct dans lequel il est bâti. C'est-à-dire qu'il s'agit de choisir des matériaux de fondation et d'aménagement extérieur qui vont minimiser le terrassement et la dévitalisation de l'environnement direct.
- Ensuite réfléchir à l'économie d'énergie dans la production du matériau en lui-même: plus le matériau est transformé plus il consomme d'énergie pour sa production. Ainsi une transformation coûteuse en énergie pour un matériau doit apporter une durabilité sensible à ce matériau pour être justifiable. Le matériau est encore plus intéressant lorsque, par ses caractéristiques, il occupe un rôle d'économie d'énergie pour l'ensemble du bâtiment par sa capacité isolante par exemple ou de gestion de l'hygrométrie.
- La durabilité du matériau est également très importante car plus elle est longue plus il s'écoulera de temps avant de devoir réinjecter de l'énergie dedans pour l'entretenir.
- Un élément qui a été assez longtemps inconnu ou négligé est celui de la toxicité du matériau. Il est nécessaire et recherché d'avoir un environnement extérieur sain mais ce but est également valable pour les espaces intérieurs. On a entendu parler de la toxicité de l'amiante qui était pourtant un matériau très utilisé dans la construction dans a passé et plus récemment la toxicité des émanations de composés organiques volatils (COV) provenant des peintures ou les formaldéhyde émanant du mobilier contemporain en bois aggloméré.
- Le dernier critère est celui de l'esthétisme. En effet, si votre maison est belle et vous plaît, vous y resterez et en prendrez soin, ainsi votre impact sur l'environnement sera moindre car il induira moins de déplacement vu que votre espace d'habitat vous plaît et donne envie d'y rester. Egalement, il induira moins de gros travaux de rénovation car savamment entretenue par ces propriétaires⁶⁹.

68. « Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois légère »
SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par Loïc Cohen
Barcelone : Edition la Plage, 2006.

69. Ensemble des critères inspirés de
« Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois légère »
SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par Loïc Cohen
Barcelone : Edition la Plage, 2006.
et de « Notre maison écologique; rénover, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

3.5.2. LE CAS DE LA STRUCTURE PORTEUSE

Dans les constructions modernes on a tendance à construire tout en béton et à sur dimensionner les éléments structuraux. Dans une logique écologique on aurait plutôt à utiliser le stricte minimum de matériau et les choisir locaux. Ceci permettrait déjà de remplir les deux premiers critères de la liste citée précédemment, le critère de l'impact direct sur l'environnement et de l'économie d'énergie. Ensuite la capacité de durabilité du matériau, sa non toxicité et son esthétisme est au choix du propriétaire de réellement sélectionner les produits qu'il souhaite voir et entretenir.

Le choix du type de structure va aussi influencer le type de matériau choisi. Pour une structure à ossature, il faut choisir un matériau qui puisse être résistant avec de petites sections et garder une certaine marge de souplesse dans l'effort. Les structures en bois, en bambous, en métal, en béton armé sont favorables à ce type de structure et ont des caractéristiques bien différentes les unes des autres. Il existe aussi le type de structure monolithique qui fonctionne de manière très différente car elle va venir porter le bâtiment sur une surface de porteur bien plus importante. Ces porteurs porteront généralement également en eux-mêmes les caractéristiques isolantes du bâtiment. Il existe par exemple le pisé, la terre-paille, la pierre, le béton fibré, la glace. Néanmoins il est souvent plus facile de monter une structure à ossature rapidement pour ensuite être à l'abri sous cette structure et remplir les murs⁷⁰.

Pour illustrer cette notion, les deux exemples que je trouve le plus intéressants sont les exemples de la maison Guisan et de l'immeuble Equilibre de Cressy. La maison Guisan car l'architecte a cherché à limiter le plus possible l'influence du bâtiment dans la parcelle et réduit la dénaturation du sol à son minimum est faisant attention à limiter l'emploi de béton armé pour les fondations. Les fondations sont quant à elles ponctuelles ce qui est rendu possible par le choix d'une structure en ossature. Le matériau employé pour la structure porteuse est le bois d'épicéa provenant de Suisse et d'Autriche pour les poteaux et des panneaux de bois en lamellé-chevillé donc sans colle ni visse pour les dalles⁷¹. Dans le cas de l'immeuble de Cressy, le béton armé est employé pour le niveau de fondation et de sous-bassement mais des panneaux de bois massif de 10cm d'épaisseur sont utilisés pour l'ensemble de la structure porteuse dalle et façade⁷².

70. « Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois légère »
SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par Loïc Cohen
Barcelone : Edition la Plage, 2006.

71. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

72. « La coopérative d'habitation équilibrée présente son premier immeuble à Cressy »
Coopérative équilibre
Genève : Plaque de présentation, 2006.

3.5.3. LE CAS DE LA FAÇADE

La durabilité d'un matériau résulte également de sa capacité de lutte contre les forces de dégradation, la pluie, le vent, le soleil, la faune etc... Cette résistance passe par un revêtement qui peut être intégré ou appliqué. Par exemple le bois peut avoir une protection appliquée avec du vernis ou de la peinture ou alors une protection intégrée lorsqu'il s'agit d'une résistance apportée par les qualités naturelles du matériau. La pierre a une protection intégrée mais les bottes de pailles, elles, nécessitent une protection appliquée en toute circonstance. La terre peut être laissée nue et donc résister elle même aux forces de dégradations mais cela dépend du climat.

Les barrières sont également un élément à travailler, il vaut mieux se prémunir en créant des barrières naturelles aux mites par exemple plutôt que de les tuer si elles se présentent. C'est le même principe avec les soleils ou l'eau, il faut les tenir à l'écart ou les maîtriser plutôt que de devoir mettre une climatisation ou de devoir renover la façade. De même il vaut mieux mettre un pare pluie ou un larmier que de devoir refaire le revêtement extérieur du bâtiment ou supporter l'humidité, même réflexion pour le vent⁷³. Le bon choix du revêtement de façade permettra de remplir les cinq critères vus plus haut à savoir, le faible impact sur l'environnement, l'économie d'énergie, la durabilité, la non toxicité et l'esthétique de d'architecture.

Il existe aujourd'hui sur le marché pléthore de produits à utiliser comme revêtement pour la façade afin de rendre un aspect métallique, minéral ou transparent avec le verre. Cependant la façade peut jouer un rôle dans l'équilibre d'un bâtiment si par la qualité de ses matériaux elle assure un certain rôle influençant le confort à l'intérieur de l'habitation. Il devient difficile d'opérer un choix parmi un choix si vaste cependant si on s'appuie sur les cinq critères vus précédemment il est plus facile de savoir dans quelle direction s'orienter.

Pour l'illustration de ces propos je souhaite citer le bâtiment d'Equilibre de Soubeyran qui a fait le choix de réaliser sa façade en botte de paille revêtues d'un enduit à la chaux à l'extérieur et d'un enduit à la terre à l'intérieur⁷⁴. Cette exemple illustre le fait que la façade n'est pas uniquement à considérer comme une enveloppe mais aussi comme un élément pouvant jouer un rôle dans l'écosystème du bâtiment. En effet, la façade exerce également la fonction de stabilisateur de l'hygrométrie dans ce bâtiment en pompant le surplus d'humidité puis en le relâchant au moment opportun.

Le choix des matériaux est une stratégie, vaste et complexe mais passionnante qui permet de croiser un grand nombre de disciplines.

73. « Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois légère »
SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par
Loïc Cohen
Barcelone : Edition la Plage, 2006.

74. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

3.6. L'EAU

L'eau est un sujet qui revient de manière récurrente lorsque l'on parle de stratégie écologique. Une bonne gestion de celle-ci permet qu'aucun élément de notre écosystème n'en manque. Cependant il faut bien avoir à l'esprit que l'eau est une ressource locale et qu'une mauvaise gestion de celle-ci à un certain endroit sur la planète ne bouleversera pas l'écosystème planétaire dans sa globalité mais uniquement dans la zone d'influence de l'endroit en question.

Dans le cas de la Suisse, les ressources en eau douce et potable sont très hautes, on pourrait dire quasiment inépuisables. Ainsi l'approvisionnement n'y est pas problématique cependant il faut faire attention à bien la gérer pour éviter de la polluer ou de faire des efforts trop importants pour l'acheminer ou la traiter. Les collectivités publiques en Suisse s'occupent en effet de réaliser tout le travail de pompage, de filtrage et de distribution de l'eau potable vers l'ensemble des bâtiments (habitations, bâtiments publics, industries etc...) et ensuite tout l'acheminement et le traitement des eaux usées à travers des stations d'épurations. Tout ce système requière beaucoup d'énergies et de surface pour fonctionner. Il n'est également pas sans faille car on sait aujourd'hui que le réseau perd environ 15% de l'eau potable par des fuites ou à cause de défauts d'entretien, la ville de Lausanne indique sur son site officiel que les pertes d'eaux sont estimées à environ 10% alors qu'il est un réseau en bon état⁷⁵. La qualité de l'eau à la sortie des stations d'épurations peut être également questionnable. De plus, on remarque l'engorgement régulier des systèmes d'égouts et de gestion des eaux claires de ruissellement lors de fortes pluies ce qui indique que les réseaux publics de gestion des eaux n'arrivent plus à assumer entièrement leur fonctions et mettent du temps à s'adapter à l'accroissement de la ville et à son imperméabilité. De plus avec le développement urbain grandissant et les prévisions du réchauffement climatique, on peut se dire que ces conditions ne vont s'améliorer, il est donc tout à fait légitime de se poser la question de comment gérer la ressource en eau dans le futur.

Ce chapitre va parler de différentes manières et alternatives qui répondent à cette problématique de savoir comment limiter la consommation d'énergie pour l'acheminement de l'eau et de comment pouvoir traiter les eaux usées de manière plus locale et plus propre. Dans un premier temps je vais aborder l'enjeu de la récupération de l'eau de pluie, dans un deuxième temps je vais parler de l'essor de l'utilisation des toilettes sèches et dans un troisième et dernier temps de la gestion des eaux usées.

75. « Recherche de fuites »
Lausanne
<http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/service-de-l-eau/derriere-le-robinet/distribuer/recherche-de-fuites.html> consulté le 08.10.2017.

3.6.1. RECUPERATION DE L'EAU DE PLUIE

La question de la récupération de l'eau de pluie est particulièrement frappante en ville. En effet on peut y voir un effort démentiel pour évacuer rapidement toute l'eau de pluie hors de la ville lorsqu'il pleut mais également un effort encore plus grand pour approvisionner tous les bâtiments de la ville en eau potable provenant de l'extérieur de celle-ci. Ceci est pour moi une situation assez absurde qui mérite d'être débattue et de proposer certaines solutions⁷⁶.

Ainsi, quels sont les avantages à la récupération de l'eau de pluie :

- Elle est distribuée gratuitement et de manière quasiment isotrope sur tout le territoire directement sur les champs et sur la ville.
- Elle est propre et distillée dans la mesure où les premières pluies ont été retirées pour cause de pollution du ciel. Il n'y a en effet pas de chlore ni de calcaire dans l'eau de pluie, ce qui est bien meilleur pour les tuyauterie, les appareils, les humains et l'environnement.

On remarque aujourd'hui la prédominance des surfaces asphaltées et étanches dans les villes qui sont à la fois un problème pour la biodiversité dans les milieux urbains mais aussi un problème de gestion des eaux de pluie majeur en cas de fortes pluies. Les surfaces étanches, par définition, ne permettent aucune infiltration des eaux de pluie dans le sol et acheminent toute cette eau par ruissellement directement dans les égouts ou les réseaux prévus à cette effet. Cette situation produit régulièrement des engorgements qui font que les conduits d'évacuation ne sont plus en mesure de canaliser toute cette eau et on voit la formation de courants dans les rues des villes. Une meilleure gestion des espaces extérieurs, même à l'échelle des parcelles privées, pourrait sensiblement limiter de type de problèmes.

L'eau de pluie peut être récoltée pour plusieurs emplois. Elle peut servir d'approvisionnement en eau pour l'arrosage uniquement comme pour l'immeuble Equilibre de Cressy, ou bien également pour l'alimentation des chasse d'eau comme c'est le cas pour l'immeuble Equilibre de Soubeyran⁷⁷ ou alors pour toutes les utilisations comme pour le cas de la maison Guisan⁷⁸. Selon la manière dont elle va être réutilisée, elle doit être récoltée et conditionnée de manière différente. Généralement les systèmes techniques pour arriver à ces fins sont très simples et archaïques. Dans tous les cas l'eau de pluie doit être filtrée des saletés de la toiture pour éviter le dépôt de feuilles et autre au fond des citernes de stockage. Ce filtre peut prendre la forme d'un tamis cylindrique directement inclus dans le tuyau d'écoulement de la toiture. Egalement dans tous les cas, si on veut une qualité de l'eau récupérée, il est nécessaire d'évacuer les premières pluies pour ne pas contaminées les citernes avec de l'eau polluée par le chargement du ciel. Pour cela une simple petite cuve d'un volume calculé en fonction de la surface du toit et percée dans le fond suffit à créer un système mécanique faisant basculer l'eau dans les citernes lorsque cette pre-

76. Conférence de Rob Hopkins le 23.03.2017 à Genève.

77. « La coopérative d'habitation équilibre présente son premier immeuble à Cressy »
Coopérative équilibre
Genève : Plaque de présentation, 2006.

78. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

mière cuve est pleine. L'eau dans la première petite cuve va s'écouler par le trou du fond et se remplir à nouveau lors que la prochaine pluie. Le temps pour que la cuve se vide est de environ deux jours, ceci correspond à la durée que le ciel prend pour se recharger en pollution. Il faut un peu plus d'un litre rejeté au début de la pluie par mètre carré de toiture. Dans la cas où tous les besoins en eau des habitants souhaitent être couverts et que ces besoins sont réduits à leur minimum, notamment avec l'utilisation de toilettes sèches par exemple, un foyer de 4 personnes nécessite un total des citernes d'environ 9000 litres. Ces chiffres proviennent directement de l'expérience de la maison Guisan sur 18 années d'exploitation. Les citernes doivent être conservées au noir en dehors de l'enveloppe chauffée du bâtiment et relativement éloignées de la maison. Dans la cas où l'eau a pour but d'être bue, elle peut passer au travers d'un filtre à porcelaine et micropores mais ceci n'est pas nécessaire car si l'eau est suffisamment filtrée au début dans le tamis et sélectionnée dans la première petite cuve elle est de très bonne qualité⁷⁹.

79. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

3.6.2. TOILETTE SECHES

80. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

81. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.26.

82. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.26.

On considère que les ménages suisse utilisent un tier de l'eau potable qu'ils consomment pour alimenter les chasses d'eau de leur toilette⁸⁰. L'économie d'eau dans ce domaine est donc un enjeu important et qui ne peut pas être négligé. Il est parfois étonnant de se dire que des principes d'hygiènes hérités du XIXème siècles peuvent aujourd'hui constituer un obstacle à l'évolution de nos habitudes et ainsi repousser le remplacement de toilettes humides actuels en toilettes sèches, plus durables. Pourtant les mêmes principes de toilettes sèches étaient bien employé au Moyen Age et même avant.

Tout d'abord, quelques chiffres:

«Avec 47 litres par jour, les chasses d'eau représentent 17m3 d'eau potable par année par personne»⁸¹, un gaspillage qui peut être supportable en Suisse car c'est un pays qui comporte de nombreuses sources grâce à son territoire montagneux mais qui est tout à fait insoutenable dans d'autres pays. Cependant comme nous l'avons vu précédemment, il ne s'agit pas uniquement d'eau mais aussi d'énergie car en effet, «37% de l'énergie électrique consommée par les communes est pour l'adduction de l'eau potable ou l'épuration de l'eau usée»⁸². Egalement, il est parfois onéreux et demandeur de beaucoup d'énergies de se procurer du compost ou de l'engrais pour les plantations alors que l'azote et le phosphate sont des précieux nutriments pour la création d'engrais et se trouvent en quantité suffisante dans les urines et les fèces. Il suffit juste de judicieusement les mettre en valeur.

L'utilisation de toilettes sèches permet de faire un tri des déchets au niveau de l'eau et ainsi de ne trop mélanger les compositions qui effluent dans les égouts, cela permet de procéder à une mise en valeur appropriée des types d'eaux.

Ainsi, il existe plusieurs méthode pour réaliser des toilettes sèches. Tout d'abord le compostage à air:

La première méthode consiste à disposer au fond d'un récipient une couche de sciure ou d'un autre matériau carboné comme des copeaux de bois broyés. Par la suite, à chaque passage aux toilettes, il s'agit de jeter dans le récipient le papier et de recouvrir le tout avec la matière carbonée. Il faut bien veiller à mettre une quantité suffisante de copeaux pour recouvrir tout le liquide, comme cela il n'y aura pas d'odeur. Pour la suite plusieurs techniques existent. Le compost a besoin d'air pour se former car le processus de dégradation des molécules dans la matière organique et carbonée a besoin d'oxygène pour s'opérer. C'est une transformation naturelle dite aérobie. Ainsi il doit être suffisamment bien ventilé pour pouvoir travailler correctement. Si le récipient de base est un seau (de 20 litres environ) alors il faudra le vider régulièrement sur un compost extérieur et remuer la surface rapidement afin de mélanger la matière. On estime d'un foyer de 4 personnes rempli en-

viron un seau tous les deux à trois jours. Le compost ainsi produit n'aura plus aucune odeur et aura une esthétique de compost conventionnel au bout d'environ un mois. Il pourra être utilisé dans le jardin au bout de 24 mois afin d'être sûr que tous les gènes pathogènes soient bien disparus et que les minéraux à l'intérieur du compost soient bien mis en valeur. De plus la grande qualité du compostage est qu'il supprime toutes les traces de médicaments (d'après une étude en 1979 du département de microbiologie de l'Université d'agriculture de Norvège) ce que ne peut pas garantir les stations d'épurations conventionnelles⁸³. Le compost que l'on restitue au jardin est donc exempt de toute substance toxique et parfaitement durable.

Néanmoins il peut être peu pratique, voire impossible, de sortir le compost dans le jardin tous les trois jours surtout dans le cas d'un immeuble collectif ou d'un bâtiment en centre-ville. Il faut donc se poser la question de comment est-il possible d'adapter un tel système à ces conditions. La solution peut être trouvée dans la taille du récipient et dans le système de ventilation lui permettant d'arriver à maturation. En effet il est possible de réserver une place dans le logement ou dans l'immeuble pour y installer un composteur à air. Le composteur va pouvoir être dimensionné en fonction du nombre de tuyaux qu'il va recueillir mais aussi en fonction de la fréquence à laquelle il va être vidé. Le compost est vidé à travers une trappe à l'avant du composteur. Pour permettre au compostage de bien se faire il faut qu'il reste humide sans être détrempé, c'est pour cela que le composteur maintien en général environ un centimètre de liquide au fond de la cuve et laisse couler les surplus dans les eaux usées. Le fond est incliné ce qui permet à la matière de glisser pendant le processus et de n'enlever que la moitié du volume lors de la vidange, le reste va poursuivre son processus et glisser vers l'avant à son tour. La vidange se fait tous les deux à trois fois par an selon le volume du composteur⁸⁴. Le schéma sur la figure 3.5.2. à la page suivante permettra d'illustrer le système.

Il y a 18 ans en Suisse, lors de la construction de la maison Guisan, il n'existait pas d'entreprise vendant de composteur prêt à l'emploi. Le particulier voulant installer cette technologie dans son logement devait en dessiner les plans lui-même et le faire construire. La technologie n'étant pas très complexe, il était plus difficile de trouver quelqu'un pour le construire que pour le concevoir⁸⁵. Aujourd'hui des entreprises construisent ce type de composteur.

83. «Les toilettes sèches»
Terre&Via
http://www.toilettes-seches-ecologiques.fr/comment_marche_toilettes_seches.php consulté le 11.11.2017

84. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

85. « Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
GUISAN Françoise et Olivier
Bex : Publi-Libris, 2008.

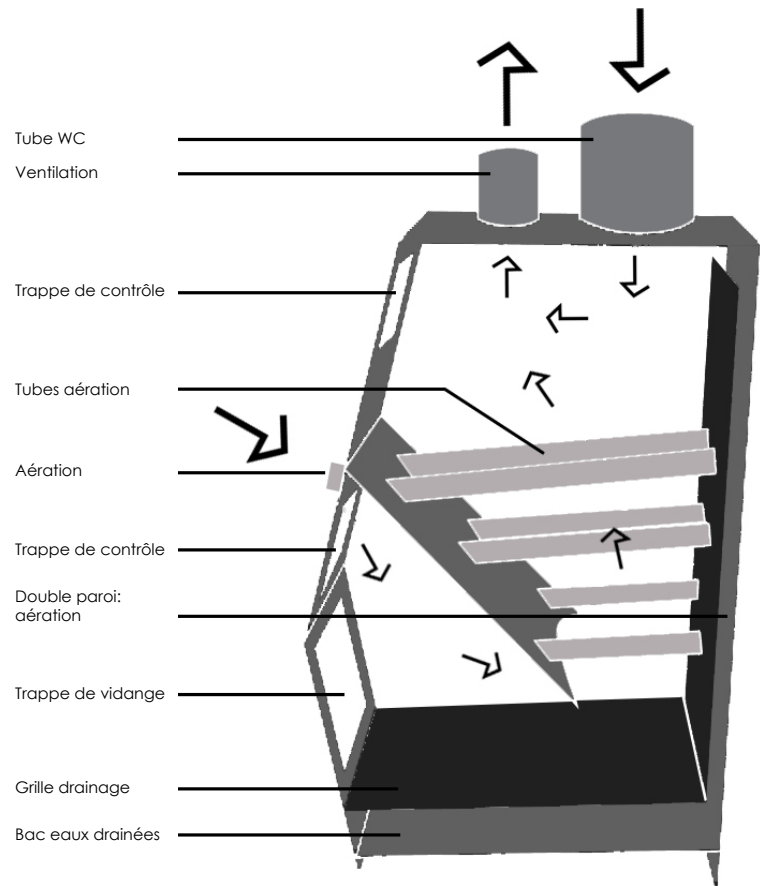


Figure 3.5.2. Schéma type du fonctionnement d'un composteur à toilettes sèches.
 Source: image retravaillée provenant de l'Équilibre.

Avec la contrainte de la taille du composteur en fonction du nombre d'usager, on peut se poser la question de s'il est possible de réduire le volume de matière finale afin de permettre de devoir vidanger le composteur moins régulièrement. C'est en effet le cas de le l'immeuble Equilibre de Cressy qui a été le premier immeuble collectif de Suisse à adapter le système de toilette sèche à grand échelle⁸⁶. Il est possible de réaliser des toilettes sèches à compost adaptés à une grande échelle dans la mesure où l'ensemble du concept architectural prévoit et inclut l'installation. De plus dans la mesure où la quantité de compost créée peut être très importante et créer de gros volume de compost non mûré rapidement, il a été nécessaire d'ajouter un élément au composteur. Il s'agit d'inclure des lombrics, qu'on appelle également verre à fumier, dans le processus. Ces vers sont en permanence au travail dans la masse du composteur et permet de convertir la matière organique et carbonée rapidement en compost et de réduire drastiquement le volume de matière. On appelle donc ce type de composteur un lombrico-composteur. Ce type de compostage va produire environ 1,5 mètre cube de compost mûré par année.

Les contraintes d'une tel installation vont être les suivantes :

- Il faut que le tuyau d'un diamètres de 30 à 35cm environ acheminant l'urine, les fèces, le papier et les copeaux soient parfaitement à la verticale des toilettes au composteur et lisses pour éviter les dépôts et les risques de se boucher.
- L'air de la ventilation doit être extrait par la cuvette vers le composteur pour éviter des soucis d'odeur éventuelles.
- Une isolation phonique doit être prévue entre les différents tuyaux menant à des appartements différents.
- Le récipient doit être suffisamment grand pour permettre au compost d'arriver à maturation et d'être évacuer de manière régulière mais espacée.
- Une ventilation à l'intérieur de la masse dans le récipient doit être prévue pour obtenir une bonne homogénéité dans le compostage.

Il est donc évident qu'un tel choix de système de toilette sèche a une incidence sur l'architecture d'un bâtiment. Notamment par le fait que l'espace techniquement pour accueillir le composteur doit être assez grand et accessible facilement de l'extérieur, par le fait également que la superposition des toilettes avec le composteur doit être parfaite et que les tuyaux d'évacuation des logements supérieurs vont forcément empiéter sur la surface habitable des logements inférieurs.

86. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

3.6.3. GESTION DES EAUX USEES

Dans la même problématique d'économie d'énergie, de soulagement des réseaux publics et de la protection de l'environnement, la gestion des eaux usées peut également être gérée de manière locale. Dans la mesure où l'immeuble utilise des toilettes sèches, les eaux usées sont peu chargées, elles proviennent de la cuisine, des salles de bain, des ateliers et des machines à laver. Le traitement de ces eaux n'est pas difficile car en général les habitants des immeubles coopératifs écologiques sont sensibilisés à la cause environnemental et savent qu'ils utilisent un système de traitement des eaux usées local. En conséquence, ils n'utilisent que des produits doux et biodégradables c'est à dire sans phosphates qui peuvent être traités facilement⁸⁷.

Pour cela, les eaux usées vont tout d'abord passer à travers un système de cuve de décantation sous la terre, voir figure 3.6.1. Ceci permet aux graisses et autres résidus de descendre au fond de la cuve en se séparant de l'eau et de se transformer en boue avec le temps. Les eaux usées transitent ici quelques jours avant de poursuivre leur chemin. Cette cuve devra être vidangée occasionnellement et la boue déposée sur le compost à l'extérieur afin de terminer son processus de transformation. Par la suite les eaux vont être épurées dans un grand filtre de sable (zéolite, silicate naturel d'origine volcanique) accompagné de plantes souvent des roseaux qui vont terminer de travail d'épuration. L'épaisseur de sable va être recouverte de galet et de gravier pour pouvoir marcher dessus facilement et pour l'esthétique. La végétation va pousser en abondance à cet endroit et renforcer le processus. Elle devra être coupée une fois par an et ajoutée au compost du jardin⁸⁸. Ce filtre à la fois végétal et minéral va donc être de forme plutôt allongée, assez importante en surface et directement dans les espaces extérieurs de l'immeuble. L'épuration de l'eau est de très bonne qualité et durable dans le temps. L'eau qui ressort du filtre est quasiment potable et peut être récupérée pour être utilisée pour l'arrosage et les chasses d'eau.

Ce bassin de phyto-épuration, de son nom technique, peut prendre plusieurs aspect de l'extérieur. Le maître a le choix de maintenir une épaisseur d'eau par dessus les graviers ou de laisser les graviers à l'air libre. Dans le cas où les graviers sont recouverts d'une épaisseur d'eau, ce type de bassin, du fait de sa propreté et de la présence de végétaux et nutriments, peut attirer une faune délicate de têtards, libellules et canards⁸⁹. Il rentre donc dans l'aménagement paysager des lieux et peut être un élément fort de la composition de ceux-ci.

Dans la mesure où les toilettes ne sont pas à compost, ce qui peut être le cas lorsque les contraintes techniques dû au système de tuyauterie sont trop importantes pour être applicables à un bâtiment de grande hauteur, les eaux brunes et les eaux grises vont devoir être traitées de manière différente en amont du bassin de phyto-épuration. En effet

87. Témoignages de Simone, habitante de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

88. « La coopérative d'habitation équilibrée présente son premier immeuble à Cressy »
Coopérative équilibre
Genève : Plaquette de présentation, 2006.

89. Témoignages de Benoît Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

ceux sont des eaux chargées différemment qui doivent donc être revalorisées de manière différente. Les eaux brunes vont donc être acheminées par le biais d'une chasse d'eau super performante et économe en eau jusqu'à un bac de compostage également situé sous le niveau de la terre dans le jardin. Ce bac va jouer le même rôle que le composteur vu dans le chapitre précédent mais fonctionnera différemment vu qu'il est à l'extérieur du bâtiment. Ce système va se baser sur une séparation des urines et de fèces pour limiter le plus possible l'apport d'eau dans le processus de compostage. Les urines vont également rejoindre le filtre végétal mais n'auront pas besoin de chasse d'eau alors que les fèces auront besoin d'une chasse d'eau. Je reviendrai plus tard sur tous ces éléments lors de l'étude de cas sur l'immeuble équilibre de Soubeyran qui utilise ce système.

Les liquides à la sortie de filtre végétal vont rejoindre les eaux usées des sanitaires et de la cuisine dans le filtre à sable de phyto-épuration qui se situe également dans le jardin à la fin de leur passage dans ce bac de compost.

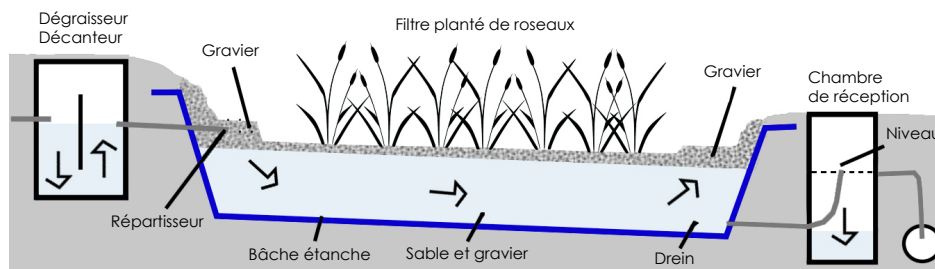


Figure 3.6.1. Schéma type du fonctionnement d'un bassin de phyto-épuration. Source: image retravaillée provenant de l'Équilibre.

3.7. L'AUTOPRODUCTION

Le sujet de l'autoproduction peut toucher à tout type de biens matériels et immatériels, comme la production de nourriture, d'engrais, d'énergie, de travail et de liens sociaux. Les coopératives d'habitation, dans leurs simples idéologies et principes de fonctionnement sont donc à la recherche de produire les choses qu'elles utilisent elle-même. Ceci permet la maîtrise de la qualité des produits, d'éviter les intermédiaires, d'être meilleur pour l'environnement mais également d'économiser de l'argent et de l'énergie du fait que le matériau n'aura pas été acheminé jusqu'à la coopérative par le biais d'un système de transport consommateur d'énergie et polluant.

Ainsi cette volonté d'autoproduction peut passer par plusieurs éléments. Notamment sous la forme de chantier participatif où les habitants vont être investis directement dans la construction de leur propre logement. Il est bien sûr compliqué de faire des travaux des gros œuvres, ceux-ci sont réalisés par des entreprises, mais il est possible de réaliser une partie du second œuvre soit-même ainsi que les finitions sans avoir la nécessité d'avoir de l'expérience dans le domaine à la condition que le chantier soit bien encadré⁹⁰. C'est un bon moyen pour les futurs habitants de laisser leur empreinte dans leur future habitation et aussi de créer des premiers liens entre eux. Les habitants vont donc être sensibilisés à leur habitat et en prendre soin par la suite en plus de savoir comment faire certaines réparations si besoin est⁹¹.

L'autoproduction alimentaire est également un sujet de ce thème qui est d'ailleurs très populaire en ce moment. De plus en plus de personnes sont à la recherche de comment manger plus sainement et trouvent leur compte dans la production maison de certaines denrées alimentaires. On voit donc une explosion des balcons fleuris dans lesquels poussent quelques légumes comme des salades, des tomates, des poivrons etc... Dans une optique d'une plus grande production on remarque également de plus en plus de jardins partagés même en ville qui revendiquent le fait de pouvoir cultiver en communauté un terrain afin de produire une partie de sa consommation de légumes et de fruits sur l'année. Les communes participent à cet engouement vers l'autoproduction alimentaire en proposant des terrains aux communautés et en offrant quelques matières premières et outils pour le jardinage. Je fais d'ailleurs partie de l'association *La Bergerie* à Morges qui cultive actuellement un terrain mis à disposition gratuitement par la commune et dont les retours sont positifs. L'architecture peut aussi jouer un rôle dans cette élan vers l'autoproduction alimentaire en prévoyant des surfaces bien orientées sur les toits ou les terrasses avec un sol correctement aménagé pour pouvoir supporter une épaisseur de terre suffisante pour les cultures ainsi que des aménagements extérieurs conçus pour accueillir ce type d'activités. Pour illustrer cela on peut citer les projets de Canopea et de Soubeyran avec les jardins sur les terrasses, les petites palettes sur le toit de Cressy etc... Cependant la production hors-sol est assez

90. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

91. Témoignages de Benoit Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

92. Témoignages de Benoît Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

93. Informations prises en notes lors du cours dispensé par Mme Monique Ruzicka-Rossier intitulé *Urbanisme en Asie* au semestre de printemps en 2017.

94. Informations prises en notes lors du cours dispensé par Mme Maria Cristina Munari Probst intitulé *Energie solaire et architecture* au semestre de printemps en 2017.

controversée à l'heure actuelle et il est vraie qu'elle ne comporte pas tous les avantages d'une culture sur la terre ferme notamment pour des questions de maintien de l'eau dans la terre, les cycles de la terre avec l'intervention de tous les types d'insectes et de bactéries qui servent au renouvellement du sol et à la transformation de ses éléments, des ombrages etc... Mais ceci nous amène sur un tout autre sujet. On peut donc voir émerger toute sorte de système d'autoproduction alimentaire qui ne se tourne pas toujours uniquement vers la production de fruits et de légumes, elle est aussi possible de produire ces propres oeufs et sa propre viande avec un élevage de poules ou d'autres animaux. Ces élevages sont néanmoins plus contraignants et plus compliqués à aménager en ville notamment par le fait que la législation est limitante dans ce domaine⁹².

En rapport avec cette production alimentaire découle également l'autoproduction d'engrais afin de pouvoir produire les nutriments nécessaires pour la production d'aliment. Cette production d'engrais peut s'effectuer par la conservation et le compostage des déchets verts des habitants plutôt que de les laisser au tri collectif mais aussi par le mélange produit par les toilettes sèches et leur compostage. Il est en effet très écologique et économique de produire son propre engrais dans la mesure où nous produisons quantité de déchets verts tous les ans qui sont pris en charge par les collectivités publiques. Cette activité est à la fois très consommatrice en énergie par l'activité de transport qu'elle génère mais aussi par la gestion qu'elle demande dans des installations spécifiques. Cette tâche devrait plutôt être considérée comme un potentiel à créer une réelle ressource pour les potagers et jardins privés même dans un immeuble d'habitat collectif. On pourrait s'inspirer des réglementations en vigueur dans la ville de Bangalore en Inde qui impose à chaque nouvelle construction de logements de prévoir un local pour le compostage des déchets verts⁹³. Ceci produit un engrais qui peut être utilisé directement par les habitants pour leurs cultures sur les balcons ou bien dans leur jardin.

La production d'énergies électriques et de chaleur sont aussi des formes d'autoproduction car elles visent à produire ce qui est consommé directement sur place. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur les énergies, l'énergie électrique n'est que rarement utilisée pour la consommation propre de son producteur néanmoins, dans la mesure où les installations de panneaux photovoltaïques se démocratisent de plus en plus, on peut commencer à sentir les pics de cette production électrique dans les réseaux publics et ceci peut poser des problèmes si la production d'électricité ne peut pas être régulière dans le temps⁹⁴. Ainsi il est possible que dans les prochaines années on voit émerger une possibilité d'autonomie quasiment complète des bâtiments par rapport à l'énergie électrique dans la mesure où un système les rendra capables de stocker l'énergie suffisamment de temps pour pouvoir compenser les périodes creuses où la production est moins bonne

notamment en hiver. La question de l'eau chaude sanitaire est quant à elle déjà une autoproduction d'énergie autonome quand elle passe par des panneaux solaires thermiques cependant cette production suit les mêmes problématiques de stockage qui peuvent être quasiment entièrement résolues par une bonne orientation et un bon dimensionnement de l'installation solaire comme nous avons vu dans la sous-partie abordant ce thème.

L'autoproduction est donc un sujet vaste qui touche également à la question du confort. Il est en effet très agréable et gratifiant de pouvoir s'alimenter avec de la nourriture qu'on aura nous-même fait pousser, des poules qu'on aura élevées, une énergie locale produite sur la parcelle ou une partie de son appartement qu'on aura nous-même construit. Ceci donne une certaine confiance en ses capacités, un sentiment d'appartenance mais aussi la capacité de maîtriser en partie la production des ressources que nous utilisons dans la vie de tous les jours.

3.8. SYNTHÈSE A TRAVERS LA NOTION DE CONFORT

Cette synthèse utilisera pour angle d'attaque celui du confort et du bien être dans l'habitat. D'après les points que nous avons vus dans cette partie, l'habitat durable et écologique idéal serait probablement un bâtiment réunissant l'ensemble des concepts et stratégies mentionnés précédemment afin d'aboutir à un équilibre complexe entre les enjeux économiques, sociaux et environnementaux. Vous avez pu remarquer que durant le développement de chacun des chapitres, l'orientation par rapport au soleil et au vent, les matériaux, le chauffage, la ventilation, la mobilité, la gestion de l'eau, l'autoproduction etc... la notion de confort est revenue à plusieurs reprises comme fil directeur dans l'ensemble de ces stratégies. Le confort se ressent par les matériaux utilisés dans la construction. Ils sont en effet l'aspect visuel, la décoration personnelle, la mise en oeuvre d'une éthique, les finitions d'un bâtiment et jouent donc un rôle dans le confort visuel de l'habitat mais aussi dans le confort thermique par la chaleur que peuvent dégager certains matériaux. Les moyens de chauffage et de ventilation vont également définir le confort à l'intérieur du bâtiment car ils vont permettre une qualité homogène de la chaleur de l'air ainsi que le confort thermique. Comme nous avons vu dans le chapitre abordant le sujet de la ventilation, selon le type de ventilation choisie pour le logement, ceci va influencer sur les entrées d'air frais et si l'air n'est pas préchauffé cela peut créer des sensations d'inconfort. La manière dont la stratégie de l'eau va être prise en compte dans le projet va également avoir un rôle prépondérant pour le confort des habitants dans la mesure où les systèmes de gestion des eaux vont se voir de la salle de bain aux aménagements extérieurs et vont modifier les modes d'utilisation et les réflexes des habitants. La stratégie de l'autoproduction et de la mobilité vont être des outils qui permettront de mener le projet au succès par l'engagement écologique de ses habitants et leur manière d'habiter leur logement et leur quartier. Les espaces habités bien conçus vont rendre agréable le fait d'y habiter et donc donner envie d'y passer plus de temps et de prendre soin de son habitat.

Au niveau du projet, la prise en compte de ces stratégies peut paraître contraignante car elles influencent l'enveloppe, la forme, la lumière, les orientations, les espaces techniques, extérieurs et intérieurs mais ils sont au contraire logiques et découlent d'une lecture et d'une réflexion sur le territoire en considérant notre empreinte énergétique. C'est là tout le rôle de l'architecte, de comprendre les différents enjeux et stratégies à mettre en oeuvre pour la réussite du projet. Cependant le respect de ces enjeux ne sont pas les seuls défis et qualités de l'architecte. Il doit en effet être capable de rendre son projet original et cohérent dans sa globalité. La notoriété d'un projet se fait également par la qualité de ces espaces et sa capacité d'innover. Cet aspect permet au mariage de la durabilité, de l'écologie et de l'architecture d'avancer vers de nouvelles propositions et de ne pas se considérer comme une contrainte l'un par rapport à l'autre. Pour illustrer ces propos nous allons maintenant passer à l'étude de cas.

4. ETUDE DE CAS

Dans cette partie il s'agira d'étudier trois cas de bâtiments construits afin de comprendre les enjeux et les spécificités de chacun. Nous analyserons comment ils ont su prendre en compte les stratégies abordées dans la partie 2 et 3.

Ces trois exemples sont des projets construits d'immeuble collectif coopératif durable et écologique qui sont nés d'une initiative citoyenne. Il s'agit de l'immeuble coopératif Equilibre de Cressy à Genève, de l'immeuble coopératif Equilibre de Soubeyran à Genève et de l'immeuble coopératif Kalkbreite à Zurich. J'ai choisi ces trois exemples car ils sont d'envergure différente, Cressy le plus petit compte 13 appartements, Soubeyran compte 38 logements et quelques commerces et Kalkbreite, le plus important, compte 55 appartements en plus de l'intégration de plusieurs autres activités commerciales et de fonction publique. Ce sont également des bâtiments récents qui m'intéressent pour leur caractère innovateur dans certains domaines faisant partie des stratégies vues dans les parties précédentes et qui me permettent d'élargir mes connaissances. Ils ont aussi un point de vue différent les uns des autres sur l'architecture de ce type d'habitat et ce que cela peut engendrer sur l'esthétique des espaces intérieurs mais aussi sur la vision du bâtiment depuis l'extérieur. Leur situation n'est pas non plus la même entre l'immeuble de Cressy qui est en dehors du centre ville de Genève, celui de Soubeyran qui est dans le centre ville de Genève sans pour autant être une centralité et celui de Kalkbreite qui a au contraire une situation très centrale par rapport à l'activité environnante du quartier du centre ville. Toutes ces spécificités me permettent d'avoir du matériel de comparaison entre les différentes techniques et approches architecturales dans ce type de projet.

De la même manière dont je viens de présenter le choix des différents immeubles qui alimenteront mon étude de cas, je vais procéder par l'étude de cas de l'immeuble de Cressy de Genève en premier, puis celui de Soubeyran en deuxième et ensuite l'immeuble Kalkbreite de Zurich en troisième et dernier. Il s'agit d'une étude qualitative qui ne sera pas nécessairement exhaustive dans tous les domaines dans la mesure où je développerai uniquement les points qui m'intéressent pour mon étude. La qualité des différents éléments traités durant mon étude sera déterminée en fonction de leur manière d'intégrer les stratégies vues dans les parties 2 et 3.

Figure 4.1.1.a Situation de l'immeuble de Cressy.
Source de l'image de fond: Qgis



4.1. IMMEUBLE COOPERATIF EQUILIBRE DE CRESSY A GENEVE

4.1.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION

«Ne doutez jamais qu'un petit groupe de personnes peut changer le monde. En fait, c'est toujours ainsi que le monde a changé» Margaret Mead⁹⁵.

La coopérative Equilibre fête cette année ses 12 ans de travail d'équipe. Elle a été créée en 2006 par un groupement de familles partageant la même idéologie du vivre ensemble. Ils recherchaient à réaliser un bâtiment ayant un faible impact environnemental sur l'ensemble des cycles de vie, prenant en compte sa construction, son exploitation puis à sa démolition. Elle a en effet donné naissance à son premier projet en 2011, il s'agit de l'immeuble collectif de Cressy qui accueille toujours les mêmes familles actuellement. C'est de ce bâtiment que je vais faire l'étude dans ce premier chapitre.

Depuis, la coopérative est propriétaire de chaque projet qu'elle construit et ses occupants en sont locataires avec un loyer avantageux du fait qu'ils aient investi dans le projet pour sa construction au départ. Ils ont une exclusivité sur ses infrastructures ainsi qu'un pouvoir de décision sur son évolution. Face à la grande réussite du premier immeuble de Cressy qui devait à la base rester unique, la coopérative réalise depuis toute une série de nouveaux projets avec le soutien de ses nouveaux membres, les futures familles allant habiter dans les prochaines réalisations de la coopérative. Mon second sujet d'étude en fait partie, l'immeuble collectif de Soubeyran mais il existe également le projet d'éco-quartier de 3 bâtiments des Vergers qui est en cours de construction et le projet de d'éco-quartier de Pressinge qui n'est qu'au stade de projet pour l'instant⁹⁶.

Pour expliquer le caractère d'initiative citoyenne autour de la coopérative et des projets que je vais étudier, je dois faire un résumé historique des démarches de l'organisme afin d'aboutir à son premier projet. En fin 2005, les 8 familles à l'origine du projet de la coopérative avant la création de celle-ci, se sont présentées devant la commune de Lancy avec leur rêve d'habitat collectif en espérant pouvoir construire leur projet sur une parcelle du programme d'Agenda 21 de la ville. En effet un groupe de parcelle était libre pour accueillir des nouveaux logements avec un projet de développement de quartier avec une école. Très vite, le groupement de famille s'est retrouvée à buter contre la pression d'un promoteur qui ne souhaitait pas intégrer la démarche participative du projet et ces exigences énergétiques. C'est ainsi, vraiment déçu par ce premier échec que le groupement a décidé de monter sa propre coopérative pour être maître de leur projet⁹⁷.

A l'origine, la coopérative équilibre a donc été fondée autour d'une proposition de construire un immeuble collectif durable et écologique vue davantage comme une proposition autour d'une opportunité que comme une réelle possibilité. Quelques personnes du groupe étant vraiment conscients des enjeux autour de l'énergie et apportant

95. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.2.

96. Coopérative équilibre
<https://www.cooperative-equilibre.ch/> consulté le 29.09.2017.

97. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

98. Coopérative équilibre
<https://www.cooperative-equilibre.ch/> consulté le 29.09.2017.

99. « Coopérative équilibre 2006-2016
 10 ans d'équilibre; une coopérative en
 évolution »
 Coopérative équilibre
 Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.4.

100. « Coopérative équilibre 2006-2016
 10 ans d'équilibre; une coopérative en
 évolution »
 Coopérative équilibre
 Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.3.

101. « Coopérative équilibre 2006-2016
 10 ans d'équilibre; une coopérative en
 évolution »
 Coopérative équilibre
 Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

102. Témoignages de Benoît Molineux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

une part essentielle de l'éthique caractéristique à la coopérative actuelle ont donné l'élan initial à ce projet et ainsi contré les projets trop ficelés des promoteurs et les complexités du système⁹⁸.

C'est en 2007 que la coopérative candidate pour se voir attribuer la construction de 3 bâtiments sur un terrain de 6800 mètres carrés et pour lequel le Plan Local de Quartier (PLQ) n°29439 fixe d'ores et déjà les directives sur le développement territorial. La coopérative s'est trouvé de bons interlocuteurs du côté du *Groupement des Cooperatives d'Habitation Genevoises* (GCHG) qui les ont accueillis et aidé notamment «le soutien de la Codha, de la Ciduë et de leur futurs voisins des Inti»⁹⁹. C'est ainsi que après 2 ans de démarches que Equilibre trouve un second souffle et peut maintenant concrètement réaliser son projet. Le 15 décembre 2009, le comité de crédit de la *Banque Alternative Suisse* (BAS) accorde «le financement du premier immeuble genevois de logement HM labellisé Minergie-P-ECO à la coopérative équilibre»¹⁰⁰.

C'est pour le projet de Cressy, un projet exemplaire en matière de participation et d'innovation éco-biologique, que la BAS a décidé d'accorder son financement en jugeant qu'il était conforme à sa vision. Par après, le but de la coopérative n'était pas de se contenter uniquement de travailler pour le confort de quelques familles en se satisfaisant d'un seul premier projet mais plutôt de faire bénéficier une plus grande partie de la population du savoir-faire et de l'expérience acquise afin de servir de tremplin pour d'autres projets. De la même manière que Equilibre elle même avait pu profiter du soutien des autres coopératives à ses débuts¹⁰¹. C'est également sur la base de ce discours que le BAS avait accepté de financer le premier projet dans la mesure où les familles composant le coeur de la coopérative en 2009 et qui souhaitaient construire l'immeuble de Cressy dans le but d'y vivre n'avaient rassemblé en apport que 5 % du coût estimé de l'ensemble du projet, soit environ 700 CHF par chambres à coucher. De manière générale, les banques acceptent de financer un projet que si l'apport propre correspond à au moins 20% de l'estimation totale de la construction du projet. L'état s'est en effet porté garant des 15 autres pourcents de la somme auprès de la banque car il accordait pleine confiance à la coopérative et à ce type d'initiative¹⁰².

La coopérative est passée en 11 ans de 5 foyers en 2005 à 181 foyers membres en 2016. Le taux d'emploi complet de la coopérative est de 215% en 2016 avec un secrétaire générale à 50%, un assistant de projets à 50%, un Comptable à 20%, un représentant du maître de l'ouvrage pour les Vergers à 40% et 2 représentants du maître de l'ouvrage (RMO) pour le projet de Soubeyran à 35 et 20%¹⁰³. La coopérative doit maintenant faire attention à ne pas devenir une entreprise mais à garder son esprit coopérative et participatif dans la réalisation de tous ses projets.

Un dernier point sur la dimension social et participative de la coopérative me permet d'appuyer sur le fait que ce projet est en effet une initiative citoyenne car il part d'une idée folle mais si séduisante d'une poignée de personnes pour arriver à aboutir à une coopérative participative qui fonctionne et poursuit ses objectifs initiaux. Il ne fallait pas uniquement avoir la volonté de vivre dans un habitat écologique mais aussi ajouter une dimension sociale forte au projet pour que cela fonctionne. Ainsi la réalisation de ce projet montre que «vivre dans un contexte participatif rime également avec investissement personnel pour une cause commune»¹⁰⁴. La présence d'une charte témoigne des valeurs qui définissent la coopérative et appelle ses membres à s'engager dans le respect de ses valeurs. Elle s'articule en 3 volets, ses objectifs, ses critères et ses engagements afin de préserver ses valeurs d'équilibre entre liberté individuelle et besoin de la collectivité et entre consommation et renouvellement des ressources naturelles. Vous pouvez voir la liste complète de la charte dans la brochure, *2006-2016 10 ans d'équilibre*, écrite par la coopérative équilibre, je ne vais en citer ici que quelques extraits. Les «objectifs de la coopérative autogérée et sans but lucratif est la quête d'un équilibre entre: la qualité de vie, la simplicité, la réduction de notre impact sur les ressources épuisables, l'intégration harmonieuse du projet sur son quartier, commune» etc ... Ses critères sont la «qualité de la construction» et de ses espaces, «l'accessibilité» au loyer, «l'adaptation aux besoins des différentes générations», le «partage d'espaces communs» etc...¹⁰⁵

Ses engagement sont: la «recherche d'équilibre», la «participation à la vie de la coopérative», le fait d'œuvrer personnellement par son comportement à «réduire son impact sur les ressources épuisables» en particulier sur l'utilisation de l'eau, de l'énergie et la production de déchets, le «respect des choix de la coopérative» etc...¹⁰⁶

103. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

104. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p. 16.

105. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p. 14.

106. Ibidem

Figure 4.1.1.b Zoom sur le quartier du projet. Source de l'image de fond: Qgis



Après l'attribution en novembre 2007 de l'autorisation de réaliser un des trois immeubles de la parcelle en question plus haut, la coopérative équilibre prend connaissance qu'elle partagera la parcelle avec deux autres coopératives également membres du groupe de la Société Coopérative pour l'Habitat Social. Les coopératives Schs et Cooplog obtiennent donc également un immeuble chacune. L'immeuble Equibre va donc être celui le plus au sud de la parcelle et le plus visible du quartier car il est longe les lignes de transport public. Le premier projet construit d'Equilibre va donc se situer au 75 et 77 route de Loëx à Conflignon en bordure directe du grand parc des Evaux comme vous pouvez le voir dans la figure 4.1.1.b. A proximité directe, les habitants disposent de diverses infrastructures sportives, un centre sportif, un stade, des bains. L'école Primaire de Cressy et le Collège du Marais se trouvent tous les deux à 5 minutes à pied. Les lignes de bus 2, 21 et 43 passent en bas de l'immeuble. L'arrêt Onex, salle communale, du tram 14 est atteignable en 9 minutes de marche ou bien en bus avec la ligne 43 en 2 minutes. Il s'agit d'une situation vraiment idéale en bordure de la ville mais proche de toutes les commodités, des surfaces agricoles sont présentes au nord de la parcelle. Les immeubles disposent donc d'une situation très calme avec des voisins uniquement des côté ouest et sud mais sans vis-à-vis important.

Dans l'ensemble, la recherche de terrain aura donc duré 2 ans après la constitution de la coopérative. Les phases du développement du projet et des demandes d'autorisation auront durées 2 années et demi et la construction un peu plus d'une année. Cela fait donc 7 ans que l'immeuble est en cours d'exploitation et apporte entière satisfaction à ses occupants. Vous pouvez voir la chronologie ci-dessous figure 4.1.1.c pour plus de détails.

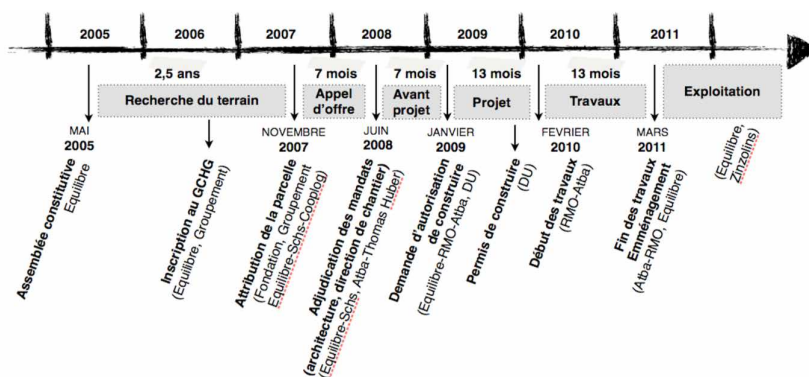


Figure 4.1.1.c Chronologie et étape de projet du premier bâtiment d'Equilibre. Source: VARESANO, 2013, p. 31.

Légende:

- Circulation
- Logement 3 pièces
- Logement 4 pièces
- Logement 5 pièces
- Logement 6 pièces
- Salle commune
- Technique

Figure 4.1.2.a Plan du rez-de-chaussée avec mis en valeur de l'affectation des surfaces. Source du plan de fond: VAREANO, 2013.

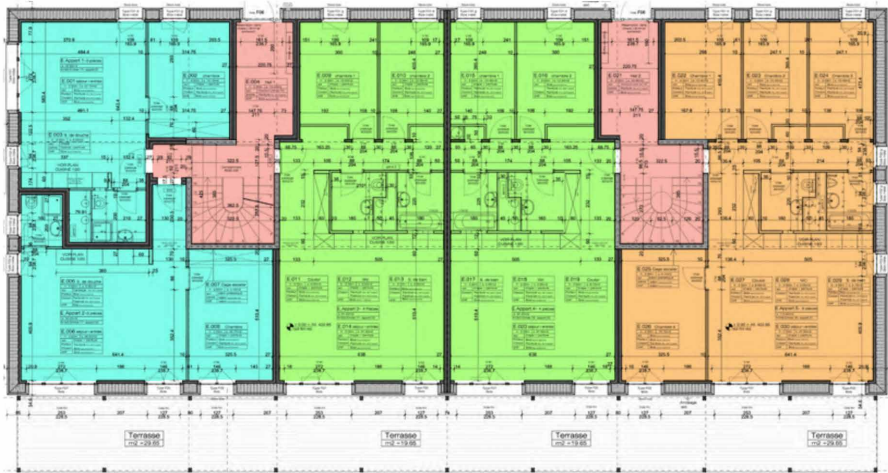
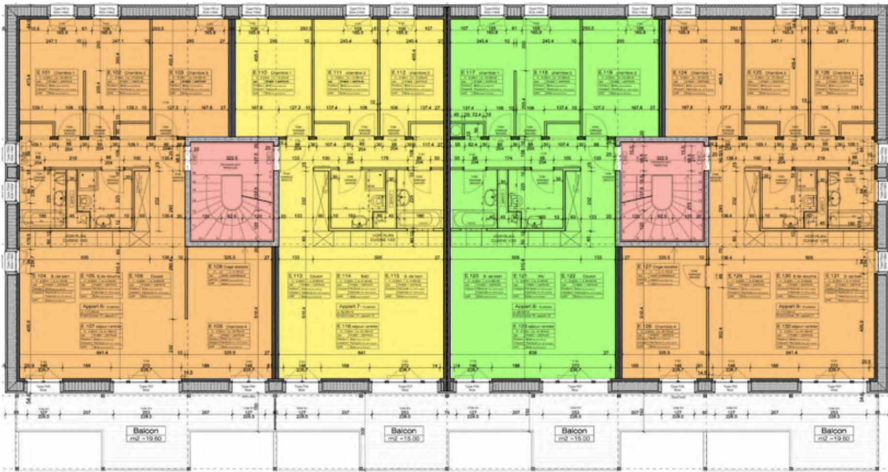


Figure 4.1.2.b Plan du premier étage avec mis en valeur de l'affectation des surfaces. Source du plan de fond: VAREANO, 2013.



4.1.2. FONCTIONNEMENT GENERAL

Les familles y habitant actuellement sont donc les mêmes 8 familles fondatrices de la coopérative plus 5 familles membres qui ont également participé au projet et à sa construction. Pour un total de 13 logements pouvant accueillir jusqu'à 51 personnes¹⁰⁷.

Le bâtiment contient en effet cinq appartements de six pièces en bleu sur les plans des figures 4.1.2.a et 4.1.2.b, deux appartements de cinq pièces en vert, quatre appartements de quatre pièces en jaune et deux appartements de trois pièces en rouge. Ces appartements sont uniquement aménagés dans les niveaux hors sol à partir du rez-de-chaussée pour un total de 1539 mètres carrés (m²) répartis sur les 3 étages. Les appartements sont relativement spacieux avec en moyenne une surface de 25 m² par pièce alors que la moyenne est habituellement de 21 à 25 m²¹⁰⁸.

L'organisation générale des logements suit la logique suivante: les chambres sont situées sur la façade nord-ouest, les locaux de sanitaires se situent au milieu du bâtiment et les salles de vies sont situées sur la façade sud-est. Des balcons sont ensuite placés par dessus cette façade avec un profil dentelé de sorte que chaque logement possède une avancée de son espace intérieur de logement vers l'extérieur sous forme de balcon ou de terrasse. On peut repérer ces balcons sur les figures 4.1.2.a et 4.1.2.b en gris clair.

Les espaces extérieurs ont été livrés quasiment vides par les architectes. L'aménagement de ces espaces incombait donc entièrement aux occupants de l'immeuble¹⁰⁹. Ils ont décidé d'y installer un jardin communautaire du côté sud de l'immeuble qui comporte un potager communautaire, des zones récréatives pour les enfants mais aussi pour les adultes dans lesquelles la mixité et la biodiversité sont favorisés. Un cabanon en bois y est également construit dans le but de faire office d'atelier, garage à vélo, rangement du matériel de jardinage etc... Une butte en terre a été placée en bordure de parcelle du côté sud-est contre le rond point pour sécuriser l'accès à la route et délimiter la zone. Je reviendrai plus tard sur ces éléments en amenant plus d'explications.

En plus des trois niveaux de logement se développant sur les niveaux hors-sol, l'immeuble exploite également largement les potentiels du sous-sol en y aménageant plusieurs pièces notamment celles de l'abris anti-atomique, une chambre d'amis, une salle de bain, une buanderie, une salle commune ainsi que plusieurs locaux techniques dont nous parlerons plus tard. Vous pouvez voir ces locaux représentés dans la figure 4.1.2.c à la page suivante.

107. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

108. Ibidem

109. Ibidem

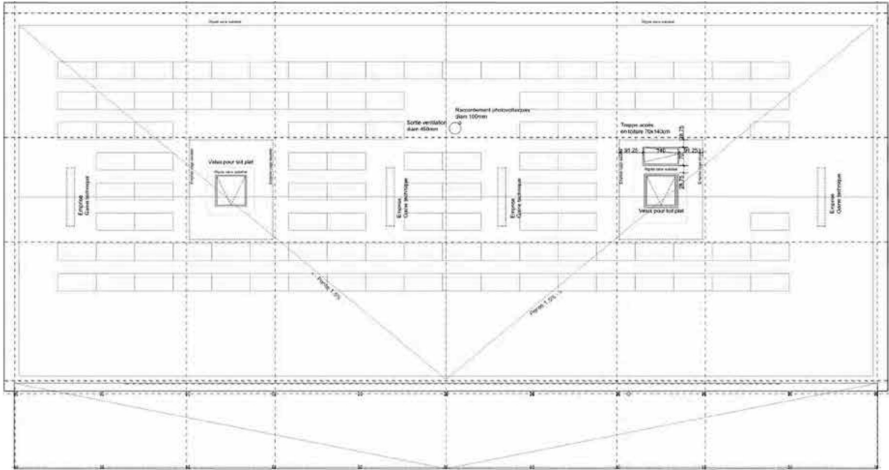
Légende:

- Circulation
- Logement 3 pièces
- Logement 4 pièces
- Logement 5 pièces
- Logement 6 pièces
- Salle commune
- Technique

Figure 4.1.2.c Plan du sous-sol avec mis en valeur de l'affectation des surfaces. Source du plan de fond: VAREANO, 2013.



Figure 4.1.2.d Plan de la toiture. Source du plan de fond: VAREANO, 2013.



La chambre d'amis est en effet aménagée en lien avec la salle de bain à ce niveau à la demande du maître d'ouvrage et a une taille de 10,7 m². La salle commune a elle aussi été demandée par le maître d'ouvrage et propose une surface de 43,3 m²¹¹⁰. Cette dernière permet d'offrir un espace où les habitants de l'immeuble vont pouvoir se rencontrer régulièrement pour partager ou pour prendre les décisions en rapport avec le bon déroulement de la vie en communauté. Tous ces locaux ont l'avantage de posséder une fenêtre donnant sur une terrasse. La salle d'eau est donc équipée d'un toilette, d'une douche et d'un lavabo qui servent également de sanitaire pour les personnes occupant la salle commune. La salle commune est quant à elle équipée d'une cuisine et d'une grande terrasse avec un amphithéâtre à l'extérieur. Le terrain a en effet été décaissé pour pouvoir accueillir des gradins et la terrasse de la communauté, et ainsi permettre de grandes ouvertures dans ces locaux privilégiés, voir figure 4.1.2.c. Le but de ces trois pièces est de pouvoir héberger des invités dans de bonnes conditions de confort et de tranquillité afin d'organiser des activités diverses pour tous ou dans le cas d'un événement privé. Ils peuvent être réservés à l'avance et gratuitement¹¹¹.

110. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

111. Ibidem

A la demande du service de protection civile du canton de Genève il a été construit un abri anti-atomique d'environ 50 m² au sous-sol comportant une porte massive et un volet blindé donnant sur le conduit enterré formant le puits perdu rejoignant l'extérieur. Les habitants de l'immeuble ont décidé d'y installer une série de caves séparées par des cloisonnements légers en bois et aménagées avec des étagères. Ceci permet à tous les logements d'avoir un petit espace de cave de 4 à 6 m²¹¹². Dans la buanderie sont installées deux machines à laver le linge mises à disposition de tous les habitants de l'immeuble.

112. Ibidem

Les locaux indiqués en gris foncé sur la figure 4.1.2.c sont les locaux techniques principalement occupés par le système de traitement des eaux provenant des toilettes mais aussi pour le système de chauffage et de ventilation, armoire électrique, compteur d'eau, onduleur pour les panneaux photovoltaïques etc... Nous reviendrons sur ces éléments par la suite.

Sur le plan de toiture en figure 4.1.2.d on peut voir les panneaux photovoltaïques disposés de manière régulière entre les sorties de techniques et les éclairages naturels des cages d'escalier. Cette toiture est inaccessible au public mais est végétalisée.

Figure 4.1.3.a Photo de l'ensemble du projet peu après la livraison. Source: Coopérative équilibre

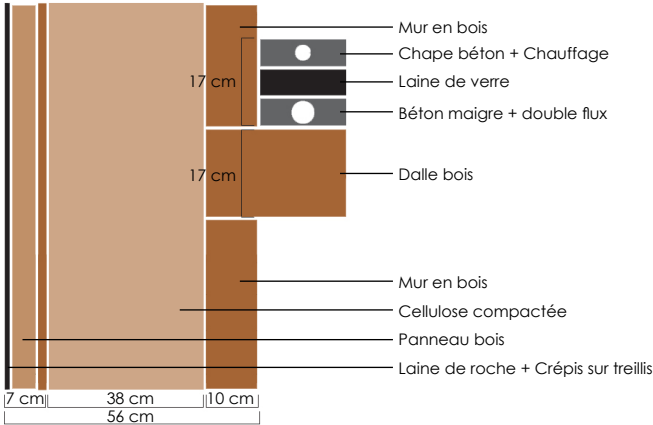


Figure 4.1.3.b Schéma du détail entre le mur de façade et la dalle. Source: Coopérative équilibre.

4.1.3. STRATEGIES PRISES EN COMPTE

4.1.3.A MATERIAUX

Le Label Minergie P-Eco® est suivi comme base pour le projet de Cressy. Ceci assure donc une consommation énergétique très basse durant le cycle de vie du bâtiment. Le principe est de mettre en pratique cet objectif en s'assurant de l'emploi de matériaux respectueux de l'environnement pour la construction et en suivant une certaine réflexion dans les systèmes techniques utilisés dans le bâtiment. Tout ceci permet un meilleur confort intérieur tout en suivant des choix logiques et durables¹¹³.

113. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

La forme globale de l'immeuble est un parallélépipède rectangle d'environ 15 mètres de large pour 34 mètres de long sur une hauteur de 9 mètres, voir figure 4.1.3.a. L'emprise au sol est d'environ 510 mètres carrés et l'enveloppe chauffée représente l'ensemble du volume hors sol. La structure porteuse du bâtiment va donc pouvoir être des plus régulière, simple et donc plus économique qu'une forme plus complexe.

Le bâtiment s'appuie sur un niveau de fondation en sous-sol constitué de béton armé partiellement enterré. Elles sont constituées de semelles filantes coulées selon un réseau de tranchées dans le terrain naturel. Les seules dalles qui sont en béton sont celle du radier du sous-sol et celle du plafond du sous sol. En accord avec les exigences du label Minergie-ECO®, 50% des granulats utilisés pour le béton armé sont en gravas recyclées¹¹⁴. A partir de cette dalle haute du sous-sol, trois niveaux sont hors sol. La structure porteuse y est complètement différente de celle des fondations car elle est en panneaux de bois massif de 10cm contrecollés pour les murs et de 17cm pour les dalles. Ces panneaux sont du même type en façade et en plancher et offrent un contreventement vertical et horizontale du fait de la massivité. La structure est ensuite entièrement isolée avec une isolation de 38 cm de ouate de cellulose et de 5 cm de laine de roche par l'extérieur, voir le détail figure 4.1.3.b. Le bâtiment est chapeauté d'une toiture elle aussi en bois. Les exceptions à cette structure toute en bois sont les deux cages d'escaliers qui desservent les logements. Elles sont faites en béton armée du sous-sol à la toiture avec des parois de 20 centimètres pour des raisons de sécurité incendie¹¹⁵.

114. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESSANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

115. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

116. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016,
p.28.

Cette volonté de construire en bois le plus possible avec des panneaux de deux épaisseurs différentes pour les façades et les dalles est venue des futurs habitants qui ont considéré que le bois représentait à cette échelle le « substitut idéal sur le plan économique et écologique du béton armé »¹¹⁶ du fait de sa faible énergie grise et de son stockage de carbone. De plus je souhaite souligner qu'en plus d'être un choix écologique et durable, l'emploi du bois en temps que structure porteuse est aussi souligné dans l'esthétique des espaces intérieurs du bâtiment. En effet, les panneaux massifs sont visibles quasiment partout à l'intérieur des logements et laissés naturels. Vous pouvez le voir sur les figures 4.1.3.c et 4.1.3.d. Le fait de laisser ces panneaux naturels était un choix délibéré pour des raisons économiques mais aussi esthétiques. Dans la mesure du possible, les habitants ont souhaité laisser les matériaux à l'état brut pour plus de vérité constructive et d'esthétique.

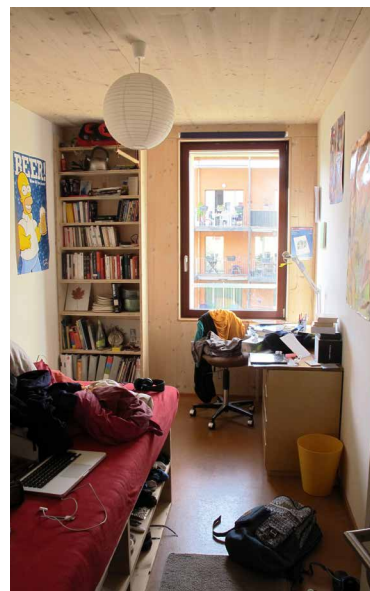
Figure 4.1.3.c Photo de la structure vue d'un séjour.

Source: Photo de l'étudiant

Figure 4.1.3.d Photo de la structure vue d'une chambre. Source: Photo de l'étudiant



4.1.3.c



4.1.3.d

Je souhaite tout d'abord revenir sur le fait que les choix des matériaux utilisés dans ce projet ont été motivés par le maître d'ouvrage mais aussi par le caractère participatif du projet. C'est un élément très important et qui représente un gros investissement de la part des familles membres pour le développement et l'entretien du bâtiment. En effet, durant le chantier et par après pendant la période d'exploitation du bâtiment tous les habitants et futurs habitants ont et vont activement participer aux finitions de leurs logements mais aussi à son bon fonctionnement. Lors du chantier, les habitants ont réalisé les finitions sur les portes, les crépis des sanitaires, construit les caissons en bois pour accueillir les armoires de l'entrée et mis les vernis colorés sur les sols. C'est également une forme d'appropriation du lieu en plus d'être un travail main dans la main car ils ne font pas cela uniquement dans leur logement mais aussi dans tous les autres. «Le collectif est leur ressource et leur force»¹¹⁷. Ainsi le choix des matériaux est devenu plus qu'un enjeu écologique mais aussi une motivation et une envie de faire soi-même les choses. Ce qui n'aurait pas été possible si les matériaux utilisés étaient trop complexes à mettre en œuvre sans qualification. Le fait de construire son habitat soit même permet de mieux le respecter et l'entretenir par la suite.

117. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016,
p.28.

Figure 4.1.3.e Axonométrie du bâtiment avec mise en valeur des orientations.
Source: Dessin de atba.

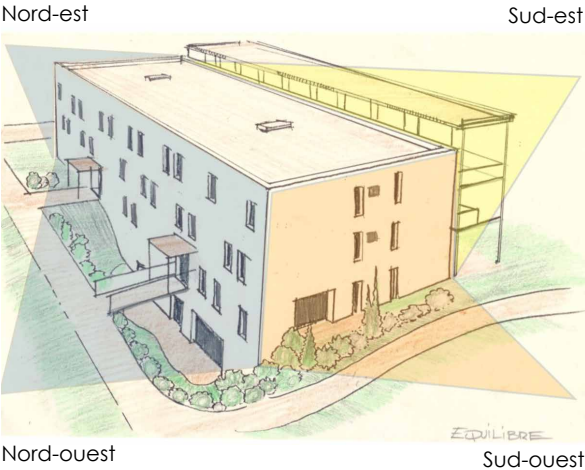
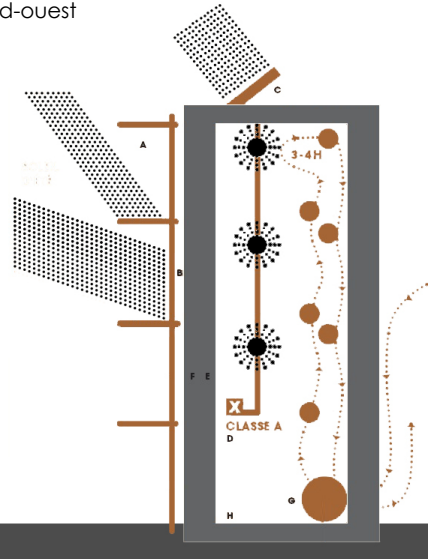


Figure 4.1.3.f Schéma en coupe du principe bioclimatique dans le bâtiment.
Source: Dessin de atba.

- A. Structure bioclimatique: fraîcheur l'été/maximum d'apport solaire en hiver.
- B. Fenêtre triple vitrage sélectif.
- C. Panneaux photovoltaïques
- D. Appareils électroménagers de classe énergétique A.
- E. Charpente en bois 5 plis sapin.
- F. Enveloppe isolante étanche à l'air.
- G. Double flux avec récupération de chaleur.
- H. Chauffage au sol.



4.1.3.B BIOCLIMATIQUE

Pour la conception du plan, le concept général d'architecture bioclimatique a été pris en compte. Les éléments de climat tels que l'ensoleillement, la température extérieure et la saisonnalité ont été pris en compte afin d'optimiser le confort et le bien être des habitants dans les différentes pièces des logements. Les architectes ont réfléchi au positionnement des pièces et à l'orientation des ouvertures en fonction de la nature de l'activité qui s'y trouve. La figure 4.1.3.e permet de voir quel type de rayonnement du soleil entre dans chaque pièce. Cette approche permet de gérer à la fois le confort thermique mais également les apports de lumière naturelle dans les pièces.

Ce principe se matérialise dans ce cas d'étude par le fait que la pièce principale de chaque logement, le séjour/cuisine, bénéficie d'une façade orientée sud-ouest donc où l'exposition au rayonnement du soleil est la plus importante. La façade est constituée à cet endroit de larges baies vitrées en triple vitrage permettant de transmettre une quantité conséquente de lumière et de chaleur à l'intérieur du logement. Ce principe est valable en hiver car les rayons du soleil sont bas et passent donc entre les avancées des balcons situés sur la façade sud-ouest, comme indiqué sur le schéma 4.1.3.f. Il s'agit donc d'une énergie de chauffage gratuite qui apporte confort aux habitants et amène un complément non négligeable au système de chauffage du bâtiment. En été, les protections solaires sont prises en charge par les balcons, par des toiles en tissu à ouverture manuelle et par la végétation poussant en façade. Ce système permet de limiter la pénétration des rayons de soleil directement dans le bâtiment en été et donc d'éviter la surchauffe estivale et l'inconfort thermique.

La quasi totalité des chambres sont orientées sur la façade nord-ouest. Ceci s'explique par le fait qu'elles sont en principe plus fraîches que les autres pièces de la maison en été mais aussi en hiver. Elles sont positionnées sur cette façade car c'est la moins exposée des quatre et qu'elles nécessitent moins de lumière naturelle que les salles de vie. Les fenêtres sur cette façade sont en effet plus réduites ce qui a pour conséquence d'avoir plus de surface de mur opaque et fortement isolé. Etant donné que le vitrage est en moyenne cinq fois moins isolant que la composition des murs de façade, cette proportion permet de garder une température de confort relativement stable¹¹⁸.

Les espaces de sanitaire se retrouvent quant à eux au centre de l'immeuble entre les pièces de vie et les chambres et bénéficient selon si l'appartement est en bordure du bâtiment ou pas, d'une fenêtre donnant sur l'extérieur. Ils occupent cette position car on y passe généralement peu de temps, et qu'ils sont également le lieu de passage de toutes les grandes gaines techniques, ce qui permet de superposer de manière efficace toutes les techniques et d'éviter les surcoûts de déviation de celles-ci.

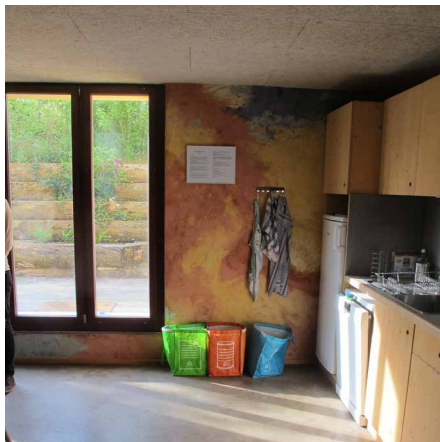
¹¹⁸. Témoignage de Benoît Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

Figure 4.1.3.g Photo de la salle commune.

Source: Photo de l'étudiant

Figure 4.1.3.h Photo de la terrasse commune.

Source: Photo de l'étudiant



4.1.3.g



4.1.3.h



Figure 4.1.3.i Photo montrant la continuité des balcons.

Source: Photo de l'étudiant

4.1.3.C MIXITE

Cette répartition en plusieurs tailles de logements est une volonté des habitants qui propose l'avantage de pouvoir garder les mêmes familles dans le bâtiment en suivant l'évolution des foyers. En effet une famille avec des enfants intégrant aujourd'hui la coopérative pourra déménager dans un logement plus petit lorsque les enfants seront partis et ainsi laisser la place à une autre famille qui avant n'avait pas d'enfant. On y retrouve donc l'idée de la mixité générationnelle abordée dans la partie 2.

Un immeuble coopératif c'est aussi une organisation pour trouver un juste milieu entre détermination et liberté, ainsi, des rencontres régulières sont organisées pour réunir le comité de habitant, environ tous les 2 mois selon les besoins. Des assemblées générales des habitants sont organisées 4 fois par an, cela permet à toutes les familles engagées dans la coopérative de communiquer, nouvelles et anciennes. Des réunions de groupes de travail (2 fois par mois) sont organisées en comités restreints pour parler de sujets plus précis. Il y a aussi des tâches régulières d'organisation et d'entretien pour chaque habitant comme pour le ménage des parties communes par exemple et des journées communes d'entretien du jardin/potager (6 fois par année)¹¹⁹. Tout ceci représente beaucoup de travail en commun et d'organisation, c'est pourquoi chaque famille doit être consciente de ces éléments avant d'intégrer la coopérative et surtout partager les mêmes idéologies. Chacun a donc son rôle dans le mieux vivre ensemble de la coopérative en apportant ses compétences, son savoir faire et son savoir vivre¹²⁰.

La salle commune est un lieu central qui joue un rôle dans l'entretien de la qualité de la mixité dans l'immeuble. Notamment par le fait que ce soit un espace personnalisé par les habitants ayant monté eux-même la cuisine et fait la finition des murs mais aussi car il est un espace lumineux et prolongé vers l'extérieur par une terrasse et un amphithéâtre, figure 4.1.3.g et 4.1.3.h. Cet espace extérieur est en effet assez spacieux pour accueillir tous les habitants de l'immeuble lors de discussions ou d'activités. L'aménagement de tous ces espaces communs et autres locaux utiles en sous-sol ont été permis par le fait que les voitures et donc les espaces de stationnements ont totalement été supprimés de l'enceinte du bâtiment¹²¹. C'est un très grand avantage pour le maître d'ouvrage qui a pu déroger à la règle du nombre de places de stationnements mais aussi un certain sacrifice pour les habitants qui doivent se passer de leur véhicule. Autres acteurs de la mixité, les balcons communicants sont des éléments connectant les séjours des différents logements de manière continue le long de la façade sud-est. Ils prennent la forme de coursives communes et étroites avec des surépaisseurs lorsque qu'elle passe devant un séjour afin de donner un bel espace de balcon pour les logements. Il est donc aisé de se déplacer d'un balcon à l'autre pour visiter son voisin sans passer par les entrées palières de chaque logement. Ces balcons favorisent donc les rencontres et les échanges sociaux entre les voisins, figure 4.1.3.i.

119. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

120. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

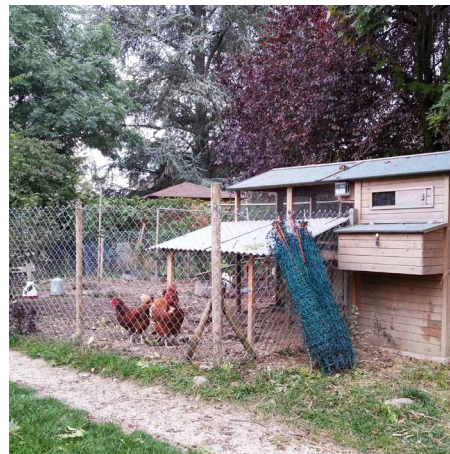
121. Témoignage de Benoit Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

Figure 4.1.3.j Plan des espaces extérieurs livrés.
Source: VAREANO, 2013.

Figure 4.1.3.k Photo du poulailler.
Source: Etudiante.



4.1.3.j



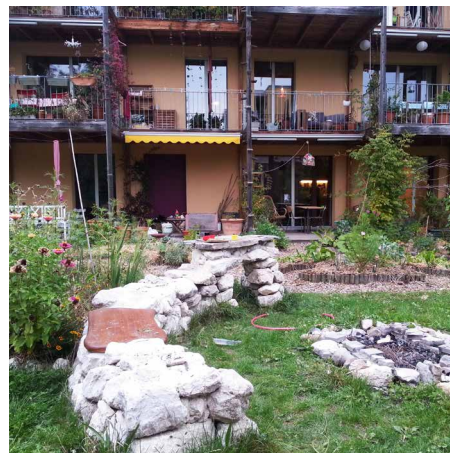
4.1.3.k

Figure 4.1.3.l Photo du cabanon de jardin.
Source: étudiante.

Figure 4.1.3.m Photo du jardin.
Source: étudiante.



4.1.3.l



4.1.3.m

4.1.3.D ESPACES EXTERIEURS

Comme indiqué dans le fonctionnement général du projet, les architectes atba ont livré l'immeuble à ses futures occupants en laissant les extérieurs quasiment vide de tout aménagement. Le choix revenait donc aux habitants de déterminer de la destination des sols. En me promenant sur le site lors de ma visite, j'ai vraiment été agréablement étonnée à quel point les extérieurs de l'immeuble sont dynamiques et pleins de vie en seulement six années d'exploitation. C'est pour moi une réelle réussite du projet que de voir la manière dont ses habitants se sont appropriés leur espace commun extérieur avec un dynamisme communautaire aussi exemplaire. Vous pouvez voir sur la figure 4.1.4.j, le plan de ses aménagements à la livraison du bâtiment. On y repère aisément le bassin de phytoépuration des eaux usées construit le long de la façade ouest du bâtiment. Cet espace est donc fixe et ne fait pas figure d'espace modifiable par les habitants. On y voit aussi bien la colline de terre construite en bordure du rond point pour permettre de bien délimiter la parcelle sans devoir y construire de barrière. Le cabanon-atelier est également inscrit en bordeau et permet lui aussi de servir de délimitation à la parcelle. Du côté nord du bâtiment se trouve le garage à vélo couvert directement situé devant l'entrée du bâtiment.

Les habitants y ont en effet aménagé un potager communautaire en permaculture accessible à tous et qui fait l'objet de séances de travail de groupe régulières dans le mois pour l'entretenir et faire perdurer le potager. Il vient zigzaguer en façade du bâtiment et faire quelques îlots dans l'espace libre au centre du terrain. Il offre des possibilités de promenades agréables et produit des aliments qui réjouissent beaucoup les habitants, d'autant plus que leur travail en est la source. Également des palettes CFF ont été montées sur le toit du cabanon de jardin et mises à disposition des habitants de l'immeuble de manière privative pour l'année, figure 4.1.4.l. Un groupe de quatre foyers s'est regroupé pour construire un poulailler avec actuellement 13 poules dans la zone sud-ouest du jardin. Ceci émane également d'une démarche volontaire et les foyers s'occupant des poules sont les seuls à pouvoir bénéficier des œufs, figure 4.1.4.k. Les extérieurs comportent également toute une déclinaison d'aménagements récréatifs avec des aires de jeux pour les enfants notamment un grand bac à sable couvert d'une toile, la colline de terre est en elle-même un espace de jeux et l'abri créé par l'avant toit du cabanon de jardin permet une aire de jeux couverte. Un coin feu en pierres construit par les habitants permet de réaliser des grillades régulièrement, c'est aussi une des pièces maîtresses au centre de l'espace extérieur, figure 4.1.4.m. Ces espaces permettent de créer de réels centres de la rencontre et contribuent au bon vivre dans le bâtiment¹²².

On peut voir dans ces aménagements une réelle volonté de l'autoproduction dont nous avons parlé dans la partie 3. Il a vraiment été construit dans le but de d'offrir un espace de jeux et de rencontre proche de la nature pour les enfants comme pour les adultes.

122. Témoignage de Benoît Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

Figure 4.1.3.n Schéma de la gestion des eaux dans le bâtiment. Source: Coopérative équilibre, 2006.

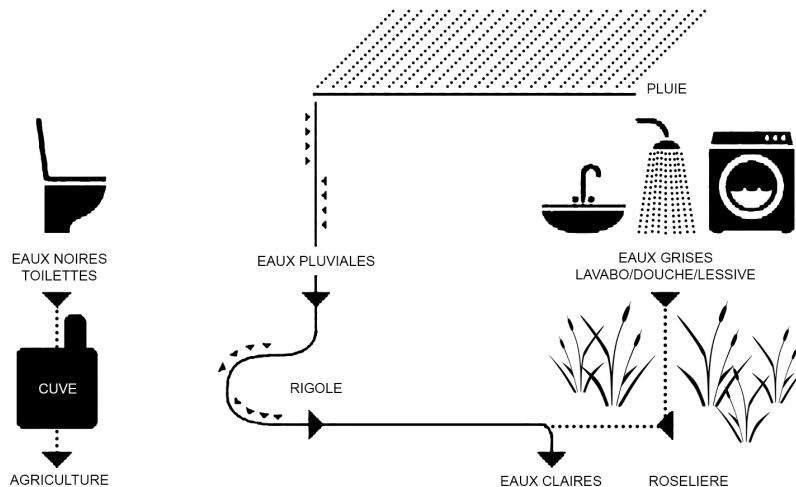
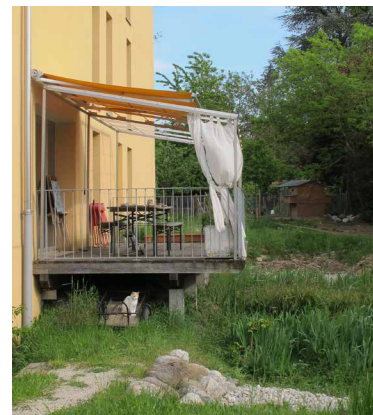


Figure 4.1.3.o Photo d'un composteur. Source: Coopérative équilibre, 2006.



4.1.3.o

Figure 4.1.4.p Bassin de phyto-épuration. Source: Photo de l'étudiante.



4.1.3.p

4.1.3.E GESTION DES EAUX

CONCEPT GLOBAL

En réponse à la stratégie de l'assainissement et du non gaspillage d'eau vue dans la partie 3, l'immeuble Equilibre de Cressy décide d'appliquer un projet très particulier en terme de concept de gestion naturelle des eaux domestiques. L'objectif de départ qu'il avait était de limiter à 60 litres d'eau potable du réseau la consommation par habitant par jour et de trouver une manière judicieuse de valoriser les différents déchets produits par les occupants¹²³. Pour rappel, la consommation moyenne d'un habitant en Suisse est de 160 litres d'eau par jour.

L'immeuble Equilibre de Cressy est le premier immeuble collectif en Suisse à ne pas rejeter d'eau à l'égout. Pour cette partie du projet, le bureau d'architecte Alba étant relativement à ses début sur la question a donc collaboré avec le RMO Ralph qui est spécialisé dans la problématique de gestion des eaux avec l'Office Fédéral du logement et avec les Services Industriels de Genève et l'Office Fédéral de l'environnement¹²⁴. Le concept général du projet de gestion des eaux consiste en l'installation de toilettes sèches récupérant les eaux brunes et les acheminant vers un lombricomposteur, et d'un bassin de phyto-épuration situé dans le jardin récupérant les eaux grises provenant des salles de bains, des laves linges et de la cuisine. Les eaux de pluies provenant du toit et tombant sur le terrain ruissellent dans le jardin à travers des rigoles pour permettre de bien faire infiltrer l'eau dans le sol avant que le surplus parte dans le réseau d'eau claire, le schéma figure 4.1.3.n permet d'illustrer la gestion de l'eau dans le bâtiment.

Ces systèmes ne sont pas en eux-même réellement novateurs car ils existaient déjà dans d'autres réalisations de moindre importance mais le défi central de ce projet était de mettre tous ces systèmes en place dans un immeuble de trois étages et d'en sensibiliser les habitants.

123. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »

Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

124. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »

VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

TOILETTES SECHES A COMPOST

Chacun des 13 appartements de l'immeuble est équipé d'une toilette sèche relativement ressemblant à des toilettes classiques. Les fèces, les urines, le papier toilette ainsi que les copeaux de bois sont acheminés vers le composteur au sous-sol directement par un tuyau vertical de 30 cm de diamètre. La chasse n'a donc pas besoin d'être tirée vu que les copeaux suffisent à terminer l'opération et ceci permet ainsi d'économiser entre 6 et 9 litres d'eau pour le grand rinçage et entre 3 et 6 litres pour le petit rinçage selon les modèles. C'est donc une économie considérable d'eau potable du réseau d'environ 48 litres par habitant par jour qui est réalisée par ce simple système de toilette sèche¹²⁵. En plus de réduire la quantité d'eau consommée, ceci permet également de décharger les réseaux urbains et de réduire le volume d'eaux usées à traiter en station d'épuration. Néanmoins il est à considérer que ce type de système amène avec lui des contraintes architecturales importantes. En effet, dans la mesure où chaque tuyau d'évacuation des eaux brunes doit être strictement vertical jusqu'au composteur, il a fallu décaler chaque cuvette d'un étage à l'autre afin de laisser la place à la gaine technique pour descendre et la place pour pouvoir les isoler acoustiquement les uns des autres. Donc ce système impose certaines contraintes dans les plans car les logements du rez-de-chaussée et les locaux techniques du sous-sol vont donc perdre de la surface à cause de la gaine des toilettes des deux étages et dessus. Il y a également des contraintes techniques dues à la statique de la dalle en béton du rez-de-chaussée qui doit supporter une série de percements importants et centralisés. En sous-sol les 13 composteurs ont été construits de manière artisanale car plutôt hors du commun par un atelier de menuiserie plastique local situé à Carouge¹²⁶.

L'extraction de l'air vicié dans la salle de bain se fait par le composteur à travers la cuvette des toilettes pour assurer qu'il n'y ait pas d'odeurs provenant des composteurs. Un entretien régulier est nécessaire pour ce type de système mais très rapide. Il s'agit de déplacer le compost du premier compartiment vers le second compartiment du composteur tous les quatre à six mois et la vidange de tous les composteurs une fois par an ce qui représente environ 150 litres de compost finement mûré par les lombrics qui peut être déposé dans le jardin pour nourrir le potager et les arbres. Le composteur présent dans ce bâtiment est du même que celui présenté dans la partie 3¹²⁷. Cette quantité de compost est relativement faible pour 45 habitants si on le compare à la quantité de compost produit par un composteur à air comme celui installé dans la maison Guisan, mais le procédé est complètement différent. En effet, par le fait que le lombri-composteur utilise des lombrics pour son fonctionnement, ceux-ci vont consommer une très grande partie de la matière pour ne laisser qu'un compost bien mûré et valorisée en faible quantité.

125. « Les coopératives d'habitation participatives au cœur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

126. Ibidem

127. Témoignage de Benoit Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

Son fonctionnement est le suivant:

«1 Chaque logement est relié à une cuve placée au sous-sol, qui reçoit les matières fécales, l'urine, le papier hygiénique et les copeaux de bois ajoutés après chaque utilisation.

2 Le premier compartiment placé à l'avant, accueille les matières fraîches. A cet endroit, des bactéries vont transformer une partie de la matière organique en CO² et vapeur d'eau, déduisant le volume de 3 à 6 fois»¹²⁸.

3 Dans le deuxième compartiment, placé à l'avant, une deuxième dégradation des matières organiques est réalisée à l'aide des vers rouges de fumiers. D'appellation scientifique *Eisenia fetida*, il permettent au volume de terreau produit estimé à 150 litres par an et par famille, ils sont donc très efficace pour permettre de ne pas avoir à vidanger la cuve très régulièrement.

4 Le compost est évacué une ou deux fois par an, voire moins, puis mûré une année supplémentaire à l'extérieur avant d'être utilisé comme fertilisant pour le jardin»¹²⁹.

128. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.26.

129. Ibidem

SYSTEME DE PHYTO-EPURATION

Ce système concerne donc les eaux grises produites par le bâtiment. Le traitement est effectué directement sur la parcelle à travers un système de phyto-épuration le long de la façade ouest. Les eaux usées proviennent des salles de bains et cuisines et vont s'écouler naturellement depuis les étages vers une canalisation en sous-sol puis vers le décanteur. Les eaux usées vont ainsi passer par une étage de dégraissage avant de rejoindre un bassin étanche de phyto-épuration composé de terre, de gravier et de roseaux. Le tout forme à la surface un rectangle d'environ 45 m² directement à l'avant des terrasses des deux appartements trois pièces du rez-de-chaussée, voir figure 4.1.4.p. Les eaux épurées terminent ensuite leur course en aval du bassin dans une chambre de réception avant de rejoindre le réseau des eaux claires. Ce système de revalorisation des eaux usées permet à la manière des toilettes à compost d'éviter de surcharger le réseau cependant les produits ménagers utilisés par les habitants doivent être nécessairement non toxiques et biodégradables. Le bassin de phyto-épuration avait comme objectif à la base de servir de biotope pour le jardin en ayant un surplus d'eau en permanence au dessus du niveau du gravier. Ceci aurait pu permettre d'y accueillir une faune et une flore bénéfique au jardin et au quartier. Mais cette proposition a été écartée par les voisins qui avait peur d'y voir venir des grenouilles et donc d'éventuelles nuisances sonores¹³⁰.

130. Témoignage de Benoît Molineaux, habitant de l'immeuble de Cressy, lors de la visite du bâtiment.

4.1.3.F INSTALLATIONS TECHNIQUES

CHAUFFAGE

Le chauffage de l'immeuble est assuré par le réseau de chauffage à distance de l'incinération d'ordures ménagère (Cadiom) du canton de Genève. Il s'agit en effet d'un système alimentant en chaleur environ 8 000 logements et plusieurs activités tertiaires du canton dans les communes d'Aire-la-Ville, de Bernex, de Confignon, d'Onex et de Lancy. Cette chaleur est produite par la surchauffe dû à l'incinération des ordures ménagères. L'association publique/privé autour du projet de l'assainissement énergétique du canton de Genève a été ratifié en 2000 et montre un modèle novateur quant au réemploi de l'énergie. Auparavant l'eau chaude était en effet canalisée dans des conduites la menant jusqu'au Rhône sans revalorisation de cette chaleur, c'était un vrai gaspillage énergétique qui entraînait de surcroît une perturbation de l'environnement local dans le fleuve du Rhône. Par ailleurs, contrairement à d'autres systèmes de production de chaleur plus classiques utilisant des combustibles fossiles par exemple, le Cadiom émet, en proportion du nombre de systèmes de production de chaleur qui faudrait pour le compenser, sensiblement moins de CO₂ dans l'atmosphère et permet donc d'éviter une succession de cheminées relâchant en ville des particules fines tels que des oxydes d'azote ou autre¹³¹.

L'installation de chauffage pour ce bâtiment n'est donc pas très importante car elle consiste uniquement en une arrivée d'eau chaude à environ 80°C, sachant qu'elle quitte l'usine avec une eau à environ 120°C, un système de récupération de la chaleur et une sortie d'eau. Le circuit forme en effet une boucle fermée et enterrée. Equilibre a fait le choix de se raccorder au réseau Cadiom par le fait qu'il passait à proximité de la parcelle et qu'il représentait un avantage financier. Les deux autres bâtiments construits sur la parcelle sont également raccordés au réseau. Les trois bâtiments sont raccordés à une sous-station de comptage principale qui se trouve proche du bâtiment de la coopérative Schs mais chaque immeuble possède une station de comptage secondaire individuelle. La quantité de kWh consommé par chacun des bâtiments correspond à la différence de température entre l'eau qui arrive dans le bâtiment et l'eau qui en sort. Le coût de vente du kWh est fixé à 0.06 CHF sur une durée de 25 ans. La circulation de l'eau est donc réalisée de manière continue et l'échangeur de chaque bâtiment prend de la chaleur dans cette eau en fonction des besoins de l'immeuble. L'immeuble Equilibre prend cette chaleur pour alimenter les planchers chauffants et l'eau chaude sanitaire¹³².

Le chauffage dans le bâtiment est en effet assuré par le système de plancher chauffant basse température. Des chapes contenant les tuyaux de chauffage sont coulées sur les deux dalles de béton armé du sous-sol et du rez-de-chaussée ainsi que sur les deux dalles de bois du premier et deuxième étage. Le système est activé par une pompe

131. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »
VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

132. Ibidem.

hydroélectrique et la température est fixée en fonction de celle mesurée par une sonde à l'extérieur du bâtiment. Dans la conception de ce bâtiment, le dimensionnement des installations de chauffage se sont fondées sur une température moyenne de l'eau de 28°C. C'est notamment cette valeur qui est prise en compte dans le formulaire Minergie-P®.¹³³

VENTILATION

La gestion de l'entrée d'air frais et l'extraction de l'air vicié se fait à travers un système de ventilation mécanique double-flux (VDF). C'est à dire que l'air circule à travers un réseau de gaine et est mise en mouvement par l'intermédiaire d'un monobloc qui assure à la fois la fonction de réguler le débit de renouvellement d'air de la ventilation mais aussi de le filtrer et d'échanger la chaleur de l'air vicié avec l'air neuf. Ce système rend donc l'utilisateur du logement complètement indépendant du renouvellement d'air de son logement. Le renouvellement d'air se fait selon un cycle journalier où il tourne à grande vitesse pendant les heures de grande occupation de 7h à 9h, de 12h à 14h et de 18h à 22h mais tourne au ralenti le reste du temps.

L'avantage que je vois à ce système est qu'il permet de récupérer la chaleur de l'air extrait à travers un échangeur avant la sortie de l'air vicié ce qui est particulièrement intéressant en hiver. «L'échange de type Soler & Palau HRm 2000»¹³⁴ peut être très performant avec un rendement avoisinant les 90% et permet donc de limiter fortement des déperditions thermique dues au renouvellement d'air. Cependant ce système ne fonctionne que si les fenêtres sont bien fermées et l'enveloppe du bâtiment suffisamment étanche à l'air sinon le dispositif va perdre tout son bénéfice. Le système prive donc les habitants d'être libres d'ouvrir leur fenêtre s'ils en ressentent le besoin et double la quantité de tuyaux allant et venant de la centrale de ventilation vers les logements. L'air neuf est en effet amené dans les pièces de vie et les chambres puis est extrait dans les sanitaires et la cuisine.

PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Un total de 150 m² de panneaux photovoltaïques polycristallins sont installés sur le toit de l'immeuble, soit deux centrales de 10 kilowatt-crête (kWp) reliées à six onduleurs situés au sous-sol dans les locaux techniques. L'électricité produite après conversion est directement revendue au SIG à un tarif fixe de 0.62 CHF/kWh pendant 25 ans, elle n'est donc pas consommée directement par les activités de l'immeuble. L'installation fournit cependant près de 20 000 kWh par an et couvre 100% de la consommation des ménages sur l'année¹³⁵.

133. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »

VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

134. « Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »

VARESANO Damien
Genève : Thèse Université de Genève, 2013, p.46.

135. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »

Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

4.1.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET

Dès le début du projet le Plan Local de Quartier (PLQ) prévoyait des directives de construction précises concernant l'emprise au sol et la densité du bâti. La liberté accordée à l'architecte quant au gabarit du bâtiment était donc directement limitée.

En outre, le maître de l'ouvrage a bien défini la place du concept architectural dans le projet dès le début avec les architectes. Le maître de l'ouvrage (MO) a souhaité imposer deux principes pour la construction du projet. Le premier est que le MO souhaite de la simplicité dans les formes et une optimisation des volumes. L'objectif étant de minimiser l'impact des choix architecturaux sur le coût financier du projet. Le second principe est d'optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment. En effet, le MO considère que les formes architecturales originales et complexes impliquent généralement une augmentation des coûts du fait du temps de travail consacré à leurs conceptions et donc des honoraires des concepteurs mais également des techniques de réalisation particulières utilisées au moment de leur construction. De plus, une construction compacte consomme en principe moins d'énergie car la chaleur de la circulation des mouvements d'air se répartit plus facilement dans chacun des espaces et permet de limiter les fuites de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment. Ainsi le choix du MO s'est orienté sur la réalisation d'un projet très fonctionnel, en mettant le prix dans la qualité des matériaux de base, dans les systèmes techniques mais a souhaité économiser en réalisant une grande partie de l'ouvrage eux-mêmes notamment avec les ameublements, les aménagements extérieurs. Ces choix ont d'ailleurs contribué à un beau début de cohésion de groupe dans la communauté et par conséquent à un succès du concept architectural qui sera resté très sobre. Lors d'un entretien rapide avec les architectes José Garcia et Michael Hofer, ils m'ont déclaré que ce projet était pour eux «une belle expérience avec une coopérative possédant un fonctionnement collectif exemplaire et des buts écologiques louables»¹³⁶.

136. Témoignage de José Garcia et Michael Hofer, architectes du bureau atba, lors d'un entretien le 14 décembre 2017.

Ainsi dès le début de sa conception le projet est empreint de valeurs techniques et n'a pas vraiment de concept architectural fort pouvant définir un parti-pris ou une originalité particulière. Cependant le bâtiment Equilibre de Cressy reste le premier immeuble collectif Suisse poussant aussi loin les qualités énergétiques et durables dans la réalisation d'un projet et il est également le premier projet du genre construits par les architectes Atba. C'est une réalisation expérimentale qui a cherché à pousser le plus loin possible les principes techniques et réussi à regrouper toutes les qualités des stratégies vues dans la partie 2. Cependant l'aspect architectural du bâtiment a été mis de côté en grande partie ce qui fait de ce bâtiment reste un bâtiment assez anodin alors qu'il est d'une qualité exceptionnelle dans sa conception durable, sociale et environnementale.

Figure 4.2.1.a: Situation de
l'immeuble de Soubeyran.
Source image de fond: Qgis.



4.2. IMMEUBLE COOPERATIF EQUILIBRE DE SOUBEYRAN A GENEVE

4.2.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION

C'est en juin 2012 que l'Etat de Genève a attribué une parcelle dans le quartier de la Servette au profit des coopératives Equilibre à hauteur de 63% et Luciole à hauteur de 37%. Il s'agit d'un quartier de villas en reconversion. La relation qui lie la coopérative Equilibre à la coopérative Luciole est une association et une collaboration symbiotique entre deux coopératives ayant des aspirations communes. La coopérative équilibre ayant «plus d'ancienneté avec son premier projet permet à la seconde de profiter de son expérience»¹³⁷.

Le choix de la coopérative s'étant orienté vers le bureau atba sa en novembre 2012, le groupe s'est lancé dans une aventure de quatre ans de projet participatif au rythme d'une réunion tous les dix jours. La dépose du permis de construire s'est faite en janvier 2014 soit un peu plus d'une année plus tard. Il aura fallu attendre un an pour qu'elle soit acceptée en 2015. La construction du bâtiment a débutée en juillet 2015 et gardera un rythme de construction très soutenu pour que les habitants puissent rentrer dans leur appartement en fin décembre 2016. Pour la conception et la réalisation du projet, quelques 110 réunions auront été organisées, auxquelles tous les futurs habitants étaient conviés, à partir de ce moment là le projet de l'immeuble Soubeyran ne sera plus un projet mais une vraie réalisation. C'est le début d'une «nouvelle vie ensemble pour ses habitants»¹³⁸. La figure 4.2.1.b. permet de voir cette chronologie de manière graphique.

137. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.30.

138. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016, p.30.

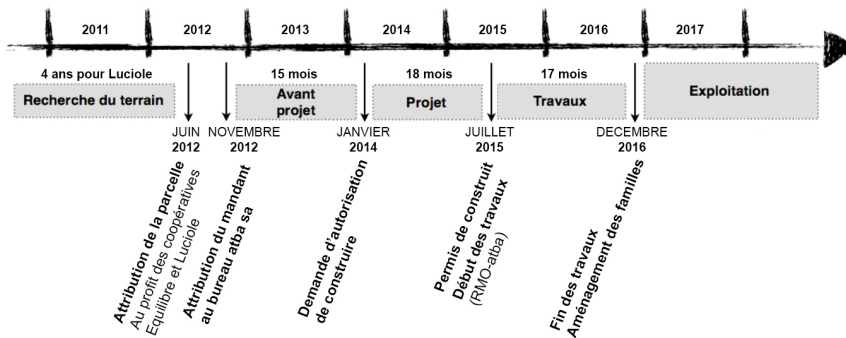


Figure 4.2.1.b. Etapes suivies pour la construction du projet. Source : Etudiante, inspiré du graphisme de VARESA-NO, 2013 p. 31.

Figure 4.2.1.b Zoom sur le quartier dans lequel le bâtiment s'inscrit. Source: image de fond: Qgis.



Dans le cas de cet immeuble, le groupe des futurs habitants a décidé de ne pas fonctionner avec un comité comme pour l'immeuble de Cressy mais plutôt avec une assemblée générale souveraine en choisissant deux RMO pour assurer la coordination avec les architectes et les acteurs de la construction. Tous les futurs habitants de l'immeuble étaient ainsi libres de venir participer aux réunions sans obligation. La crainte du groupe au départ était de ne pas avoir assez de participants ou bien d'en avoir trop mais ceci s'est vu contredit par la réalité qui a fait qu'une quinzaine de personnes étaient là en permanence et permettaient de mener à bien les réunions en prenant les décisions. Une espèce d'auto-régulation spontanée s'est faite¹³⁹.

139. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

Si on devait résumer en quelques lignes les objectifs des futurs habitants de Soubeyran il s'agirait de dire qu'ils souhaitaient imaginer un projet qui leur donnerait beaucoup d'occasions de se croiser, de discuter, de partager tout en ayant également la possibilité de rester chez-soi. Ils voulaient également supprimer le gaspillage d'énergie et uniquement dépenser ce qu'il est nécessaire de dépenser. Encourager la production artisanale, chercher à mutualiser les choses dont on a pas besoin tout le temps ou bien mutualiser les efforts pour avoir mieux et les matériaux bruts sont également les maîtres mots de l'opération. Ils considèrent leur projet comme un bien commun qui les rassemble, comme «un village»¹⁴⁰.

140. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

Le mandat pour cette immeuble a été accordé aux architectes du bureau atba de Genève en suite à la première prestation qu'ils avaient fournie pour l'immeuble de Cressy et dont le maître d'ouvrage était très satisfait. C'est ainsi que le projet a démarré d'une feuille complètement blanche en mettant en discussion l'assemblée souveraine de Luciole et Equilibre et les architectes d'atba. Le maître d'ouvrage a décidé de laisser les architectes faire une proposition en respectant trois critères incontournables pour eux. Le premier critère était celui que tous les appartements doivent être traversants ce qui est possible par l'épaisseur raisonnable du bâtiment d'un peu plus de 16 mètres. La possibilité d'avoir un logement traversant est en effet un avantage réel car cela amène beaucoup de confort au niveau de la luminosité et de la ventilation. Le second critère était celui que tout le monde ait le même droit au soleil. Ceci se comprend dans le sens que chaque appartement doit être orienté vers le sud et avec plus ou moins le même apport lumineux journalier. Le dernier critère était que les surfaces entre les différents appartements de même type doivent être les mêmes afin que le loyer se fasse en fonction de la surface sans favoriser certaines locations ou orientations possibles. Ces principes sont posés pour éviter les problèmes lors de l'attribution des appartements aux familles à la fin du chantier¹⁴¹.

141. Ibidem

142. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

143. Témoignage de Olivier Krumm,
RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors
de la visite du bâtiment.

Le plus dur, comme pour toutes les coopératives, c'est d'obtenir un terrain. Après 4 ans de recherche Luciole a donc pu s'allier avec Équilibre pour réaliser leur projet. Comme pour l'immeuble de Cressy, il existait un Plan Local de Quartier (PLQ) sur la parcelle qui imposait le gabarit général du bâtiment. Celui-ci avait comme obligation d'être de forme rectangulaire brisée en son centre et orienté plein sud. L'épaisseur du bâtiment assez fine était aussi imposée mais elle a pu être tirée en avantage du fait qu'il ait permis de faire des appartements traversants. Une autre contrainte qui était elle aussi imposée par le PLQ était qu'il était possible de construire un étage en d'attique en respectant certains retraits avec les façades principales du bâtiment. Les futurs habitants de l'immeuble ont décidé de ne pas utiliser cette contrainte telle qu'elle est mais plutôt de construire un toit plat et de surélever les hauteurs d'étage à 2.70 mètres plutôt que 2.50 mètres. La dernière contrainte imposée était l'interdiction de construire des logements en rez-de-chaussée et d'y avoir une hauteur libre sous plafond de 3 mètres¹⁴².

Sur la figure 4.2.1.b on peut voir un plan resserré sur la parcelle du bâtiment. On remarque donc bien la cassure dans le bâtiment. Les bâtiments environnant sont également hauts, ils peuvent monter jusqu'à 13 étages sur le rez-de-chaussée. L'immeuble Equilibre de Soubeyran est quant à lui de taille moyenne avec cinq étages sur le rez-de-chaussée. Le quartier possède encore des larges zones de villas individuelles qui se font remplacer peu à peu par des immeubles. Pour la construction de l'immeuble lui-même il a été nécessaire de détruire trois villas, cependant ceci est justifié par les besoins de densifier la ville. Les trois villas que l'on peut voir directement au sud de l'immeuble ont également été détruites en 2017 et un immeuble est actuellement en train d'être construit qui sera aussi haut que celui d'Equilibre¹⁴³.

En regardant la position de l'immeuble par rapport à la ville de Genève, on se rend compte qu'il est très proche du centre ville et bien desservi. Par exemple l'arrêt de tramway Vieusseux est situé à six minutes de marche et mène à la gare de Genève en six minutes. Il y a également plusieurs petits commerces et magasins dans les alentours proches de l'immeuble et toute une série de bars et de restaurants. C'est un quartier plutôt vivant et en développement qui va devenir de plus en plus dense dans ces prochaines années. Il va ainsi accueillir de plus en plus d'activités qui viendront mettre en valeur le projet d'Equilibre.

Légende:

- Circulation
- Logement 3 pièces
- Logement 4 pièces
- Logement 5 pièces
- Logement 6 pièces
- Salle commune
- Commerces

Figure 4.2.2.a. Coupe dans le bâtiment. Source de l'image de fond : Coopérative équilibre



Figure 4.2.2.b. Plan du rez-de-chaussée. Source de l'image de fond : Coopérative équilibre



4.2.2. FONCTIONNEMENT GENERAL

Le projet se compose de 38 logements de catégorie HBM (Habitation à Bon Marché) de 3 à 6 pièces, avec salle commune, une buanderie commune, trois chambres d'amis collectives, trois chambres indépendantes louables individuellement, plusieurs locaux d'activités avec des bureaux d'architectures et de paysagistes notamment les bureaux de atba sa, un salon d'art thérapie, un salon de shiatsu, un salon de coiffure, une brasserie artisanale et un café-restaurant. Egalement les parties communes comprennent la toiture accessible avec l'installation de panneaux photovoltaïques, un coin détente et un potager. 160 places de stationnement pour les vélos et un parking réduit pour les voitures sont également disponibles pour les habitants¹⁴⁴.

144. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

Les 38 logements sont répartis en 24 logements pour les coopérateurs d'Equilibre et 14 pour les coopérateurs de Luciole. L'immeuble compte au total six appartements de six pièces, huit appartements de cinq pièces, douze appartements de quatre pièce et douze appartements de trois pièces. L'ensemble de l'immeuble permet donc de loger 60 adultes et 39 enfants. Comme nous avons vu dans l'introduction, aucun logement n'était autorisé en rez-de-chaussée, ce qui veut dire qu'ils sont tous positionnés dans les cinq étages au-dessus de celui-ci de manière répartie comme on peut le voir sur la coupe en figure 4.2.2.a. La priorité du projet étant de favoriser les relations entre les habitants en insérant des zones d'échanges et de rencontres, le projet est globalement réfléchi en considérant cette volonté.

Au rez-de-chaussée on peut en effet trouver une grande rue centrale vivante, en rouge sur la figure 4.2.2.b. permettant de relier les trois cages d'escaliers qui distribuent l'ensemble des appartements de l'immeuble. Cependant on peut remarquer une prédominance de la cage d'escalier centrale qui se trouve à l'endroit de la cassure du bâtiment. Elle est en effet plus mise en valeur que les deux autres par le fait qu'elle est traversante et qu'elle se trouve en face de l'entrée principale de l'immeuble. Elle permet à la fois que tout le monde se croise en un seul endroit pour entrer et sortir ce qui permet d'encourager le partage entre les habitants mais aussi de pouvoir sortir directement dans le jardin en traversant les espaces communs. Ce qu'on peut remarquer d'autre sur ce plan est que tous les autres locaux sont des espaces pour les commerces et les bureaux qui partagent l'immeuble avec les habitants. Cette multifonctionnalité apporte beaucoup à la mixité dans le bâtiment, nous en reparlerons dans le chapitre suivant. Comme on peut le voir dans la coupe, il y a également une seconde liaison horizontale au 3ème étage qui est, elle ,semi-privative. On peut la voir en plan dans la figure 4.2.2.c. Cette seconde rue est accessible en empruntant les trois cages d'escalier ou bien l'ascenseur. Elle n'a cependant pas le même fonctionnement que la première car elle n'accueille que des fonctions en rapport avec les coopérateurs.

Légende:

- Circulation
- Logement 3 pièces
- Logement 4 pièces
- Logement 5 pièces
- Logement 6 pièces
- Salle commune
- Commerces

Figure 4.2.2.c. Plan du 3eme étage. Source de l'image de fond : Coopérative équilibre

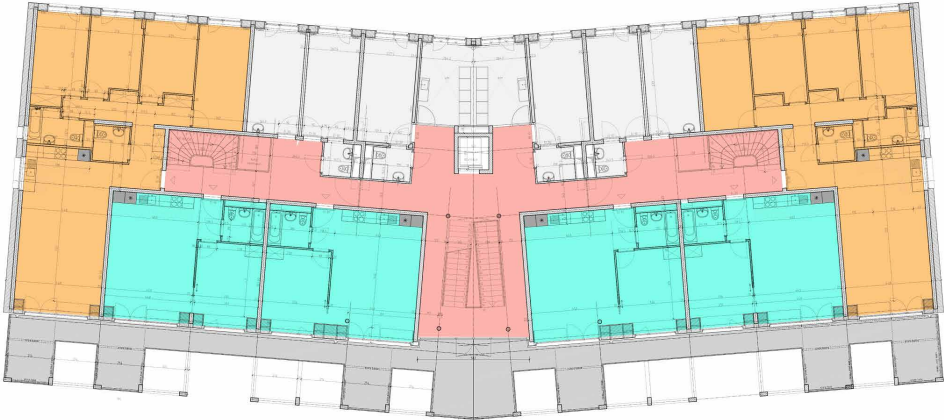
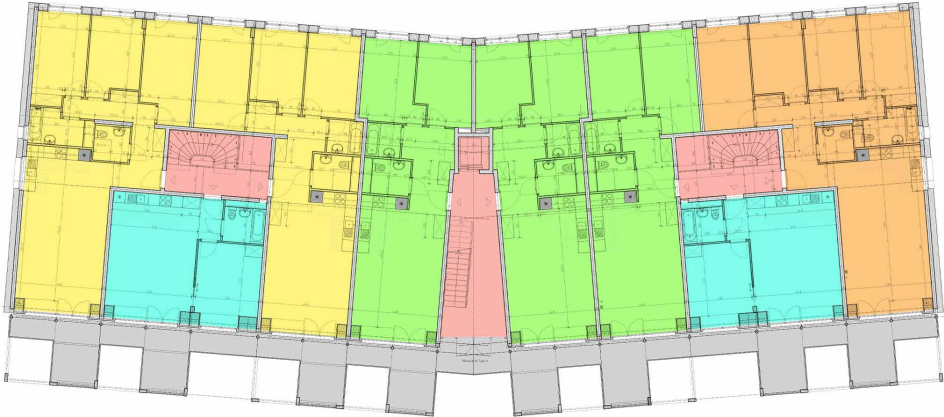


Figure 4.2.2.d. Plan d'un étage type. Source de l'image de fond : Coopérative équilibre



Comme vu dans le premier chapitre de cette étude de cas, les coopératives avaient comme conditions que chacun des habitants devrait avoir le même droit au soleil dans son appartement, c'est pour cela qu'aucun appartement ne pourra être installé sur la partie nord de cette seconde rue au 3ème étage. A la place, en gris clair, on peut y trouver toutes les chambres indépendantes qui servent au bon fonctionnement de la coopérative. Trois chambres sont indépendantes et reliées à un appartement de l'immeuble à travers un système de location et trois autres sont des chambres d'amis collectives qui peuvent être louées en tout temps. On peut également y trouver la buanderie en libre accès.

Les quatre autres étages au dessus du rez-de-chaussée sont tous identiques. D'après la figure 4.2.2.d, on peut y voir les trois cages d'escalier ainsi que tout une déclinaison de taille de logement tous traversants. On peut en effet compter un logement de 6 pièces, deux logements de 5 pièces, trois logements de 4 pièces et deux logements de 3 pièces. Tous les logements sont donc traversants à l'exception des 3 pièces et suivent la même logique que ceux de Cressy avec les chambres au nord et les sanitaires au centre du plan. Les séjours sont tous orientés vers le sud avec un prolongement des espaces intérieurs vers l'extérieur sous forme de balcons organisés en coursives qui viennent s'élargir en fonction du local devant lequel elles se trouvent.

La toiture est accessible et prend une réelle valeur dans ce projet. Elle est en effet un espace aménagé pour les habitants de l'immeuble. La cage d'escalier centrale se prolonge sur le toit pour permettre de monter même avec l'ascenseur jusqu'à la toiture. La surface de toiture est donc séparée en deux parties, la partie à l'est de la cage d'escalier est occupée par l'installation photovoltaïque de l'immeuble et la partie à l'ouest est aménagée en terrasse et en potager que les habitants apprécient particulièrement.

A l'étage du sous-sol se trouve un parking pour les voitures partagées de l'immeuble, les caves, quelques locaux techniques et un atelier de menuiserie qui est géré par l'un des habitants de l'immeuble.

Ainsi la structure du bâtiment est très tramée avec 3 liaisons verticales dont 1 seule avec un ascenseur et 2 horizontales. Ce système de distribution permet de limiter le nombre d'ascenseur tout en augmentant le nombre de logements distribué par cet ascenseur. Ainsi l'appartement du 5ème étage situé sur les côtés du bâtiment aura le choix entre monter les 5 étages à pied ou bien monter 3 étages avec l'ascenseur et monter les 2 derniers étages à pieds¹⁴⁵.

145. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

Figure 4.2.3.a Préfabrication des caissons de bois de façade. Sources: Coopérative équilibre, 2016.

Figure 4.2.3.b Montage des caissons avec la paille en façade.

Source: Coopérative équilibre, 2016.



4.2.3.a



4.2.3.b

Figure 4.2.3.c Elévation d'un mur intérieur avant l'enduit de finition. Sources: Coopérative équilibre, 2016.

Figure 4.2.3.d Elévation d'un mur intérieur à la fin du chantier. Source: Coopérative équilibre, 2016.



4.2.3.c



4.2.3.d

4.2.3. LES STRATEGIES PRISES EN COMPTE

4.2.3.A. MATERIAUX

Nous sommes ici dans la cas d'un bâtiment de cinq étages sur rez-de-chaussée, par conséquent, cette échelle étant beaucoup plus importante que l'exemple de Cressy cité précédemment, plusieurs principes sont à reconsidérer. En effet, la législation en terme de sécurité contre les incendies a obligé les futures habitants de l'immeuble à opérer un choix entre avoir soit la structure en matériau inflammable (ce qui est de toutes les manières un choix à justifier) soit la façade en matériau inflammable comme pour la plupart des isolations écologiques¹⁴⁶. La volonté initiale des habitants était de construire un bâtiment tout en bois mais les lois en vigueur pour la sécurité incendies ne leurs ont donc pas permis de réaliser ce rêve.

Le choix des habitants s'est donc porté sur celui d'avoir une façade écologique au détriment de la structure porteuse et a été motivé par plusieurs éléments. Tout d'abord le coût, car une structure en béton armé coûte généralement moins cher qu'une structure en bois mais aussi car ils jugent que le béton a certaines qualités de durabilité même si cela peut être controversé et contradictoire avec ce que j'avais énoncé dans la partie 3. En effet ils jugent que le béton est en quelque sorte durable sur les aspects suivants : il peut remplir plusieurs fonction en un matériau, à la fois le matériau sert de structure porteuse mais aussi d'isolation acoustique et de finition. J'ai trouvé cela étonnant au premier abord mais il est vrai qu'il est intéressant de penser qu'au delà les difficultés de recyclage qu'un tel matériau amène, il est aussi vrai que le fait de ne pas multiplier les couches et les matériaux comporte aussi un aspect durable car il économique de l'énergie et de la matière¹⁴⁷.

Egalement ils avaient pour réelle volonté de travailler avec la paille pour réaliser leur enveloppe extérieure et d'en profiter pour que cette partie des travaux soit réalisée de manière participative par les futures habitants. Ainsi la façade est constituée de caissons en bois préfabriqués remplis de bottes de pailles issues d'une ferme genevoise. Ces caissons sont ensuite fixés sur la structure en béton armé. Le revêtement extérieur est composé d'une crépi à la chaux et l'intérieur d'un enduit à la terre (provenant de l'excavation). Le remplissage des murs avec la paille a été fait par les futurs habitants ainsi que les enduits en terre à l'intérieur et en chaux à l'extérieur. Ces travaux se sont déroulés en 6 fois une semaine de chantier participatif au total, en étroite relation avec le collectif CARPE qui amenait son savoir faire dans le domaine de la construction en terre et paille¹⁴⁸. On peut voir quelques images de ce travail sur la figure 4.2.3.a, 4.2.3.b, 4.2.3.c et 4.3.2.d. La posture architecturale qui est défendue par ce choix est la mise en valeur des ressources locales et du savoir faire architectural et artisanal pour la mise en œuvre d'un tel chantier. Les murs ont été préfabriqués directement dans le sous-sol de l'immeuble en décalage avec le gros œuvre qui continuait à avancer en même temps que la création des caissons. Ceci a également permis aux futurs habitant et habitantes de s'approprier le bâtiment et des tisser des

146. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

147. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

148. Témoignage de José Garcia et Michael Hofer, architectes du bureau atba, lors d'un entretien le 14 décembre 2017.

149. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

150. « Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois légère » SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par Loïc Cohen
Barcelone : Edition la Plage, 2006.

liens entre eux¹⁴⁹. La façade en caisson de bois rempli de paille et fini avec de l'enduit a non seulement une très faible énergie grise mais aussi une valeur esthétique notable. Cette façade remplie présente également une autre fonction qui est de gérer l'hygrométrie des espaces intérieurs. Ce type de mur est en effet capable de stocker la vapeur d'eau, ou l'humidité, et de la restituer en cas de changement pour équilibrer le tout. Ce sont tous les matériaux à base de cellulose naturelle comme le bois la paille ou le papier recyclé. Cependant, il fait vraiment faire attention que le mur ait le temps de sécher ou de libérer un maximum d'eau entre deux chargements car s'il se charge en eau de manière trop importante on court des risques de moisissures et d'endommagement du mur¹⁵⁰.

Figure 4.2.3.e Photo de la rue centrale du rez-de-chaussée. Sources: Photos de l'étudiante.

Figure 4.2.3.f Photo de l'intérieur d'un des logements 5 pièces. Sources: Photos de l'étudiante.



4.2.3.e



4.2.3.f

Je trouve personnellement que le choix des habitants de l'immeuble de Soubeyran est juste et bien réfléchi. La structure en béton armée s'est présentée comme une quasi obligation avec la législation actuelle, on peut donc espérer qu'une alternative moins gourmande en énergie puisse émerger dans le futur et leur proposition de façade en paille est tout à fait pertinente et associe les cinq critères énoncés dans la sous-partie Matériau de la partie 2. En quelques chiffres, cette façade est constituée de 2000 bottes de paille, 46 tonnes d'enduit en terre et 2000 heures de travail fournies par les futures habitants et autre bénévoles¹⁵¹.

151. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

Dans le sujet de la valeur esthétique des matériaux, l'ensemble du projet cherche à valoriser les matériaux bruts tout en réduisant l'essentiel des travaux du second œuvre. En effet un matériaux laissé brut permet d'éviter les travaux de finitions par peinture ou lissage. Le béton par exemple est en effet laissé brut partout ou alors peint de manière contrôlée et maîtrisée à certains endroits dans les logements, ce qui est pour moi à la fois une démarche de mise en valeur des matériaux et de priorisation des dépenses pour permettre à d'autres éléments de pouvoir avoir plus de qualité. Dans la figures 4.2.3.e, on peut en effet avoir un aperçu de la rue centrale du rez-de-chaussée qui est laissée très brute dans les matériaux. Les seuls endroit où le béton est peint sont sur les plafonds des logements. Vous pouvez le voir sur la figure 4.2.3.f, les habitants et les architectes ont choisi de peindre le plafond de cette manière afin de rendre plus lumineuse la pièce. Ils ont souhaité garder le liseré contre les murs pour montrer la réalité du matériau et donner une sorte de négatif de corniche traitée de manière subtile pour souligner les traits de la salle de séjour¹⁵². Cette attention particulière portée sur la qualité des matériaux écologiques choisis est également justifiée par la recherche d'utiliser les matériaux sains pour éviter les émanation de COV, formaldéhyde poussières etc...

152. Témoignage de José Garcia et Michael Hofer, architectes du bureau atba, lors d'un entretien le 14 décembre 2017.

Ce choix a notamment permis de réaliser des économies pour pouvoir permettre aux habitants de payer à chaque appartement une cuisine en bois massif réalisée par un artisan local. Ces travaux ont aussi fait partie de l'organisation des chantiers participatifs pour permettre de réduire un peu plus le prix de cet ameublement haut de gamme¹⁵³.

153. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

Figure 4.2.3.g Photo de la façade sud.

Sources: Coopérative équilibre, 2016.

Figure 4.2.3.h Photo de la façade nord.

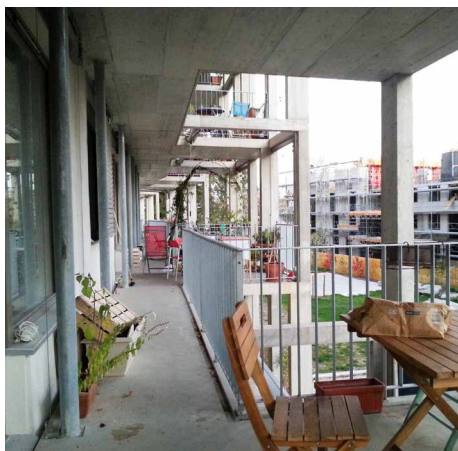
Source: Photo de l'étudiante.



4.2.3.g



4.2.3.h

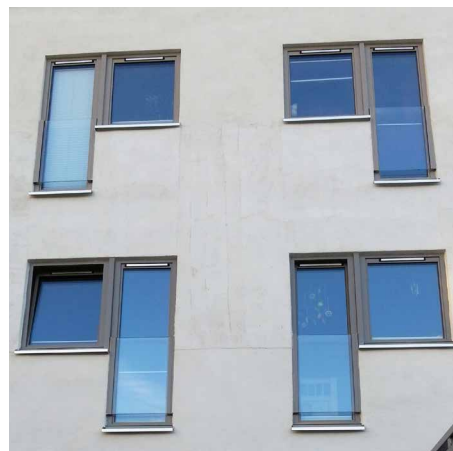


4.2.3.i

Figure 4.2.3.i Photo des balcons en enfilade.

Source: Photo de l'étudiante

Figure 4.2.3.j Photo rapprochée du travail sur le crépis en façade nord. Source: Photo de l'étudiante



4.2.3.j

4.2.3.B. BIOCLIMATIQUE

La construction est développée pour répondre aux normes cantonales genevoises de Très Haute Performance Energétique (THPE) et aux concepts de bioclimatiques pour une utilisation des l'énergies passives solaires. La conception du plan prend donc en compte les éléments tels que le climat, l'ensoleillement, la saisonnalité afin de fournir le meilleur confort et bien-être aux habitants.

Dans le cas de la façade sud, comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, le bâtiment est orienté plein sud et sa conception permet à tous les logements de profiter d'avoir sa salle de vie orientée vers le sud. Les balcons sont positionnés à l'avant de la façade sud et construits en béton de manière quasiment indépendante structurellement de celle du bâtiment. Un joint de quelques centimètres est laissé entre l'enduit de la façade et la structure ce qui permet que les balcons ne constituent aucun pont thermique dans l'isolation du bâtiment. Ils servent au contraire de casquette solaire en été car ils ont une profondeur de 1.20 mètre minimum. Cependant en hiver, les rayons du soleil étant plus bas, ils pénètrent sans problème dans les salles de vie des logements. Cette façade est donc équipée des plus grandes baies vitrées de l'immeuble afin de pouvoir tirer partie de cette source de chauffage et de donner une belle luminosité naturelle dans les espaces intérieurs. Les vitrages sont doubles et le détail de retour de l'isolation autour du cadre de la fenêtre est soigné. Vous pouvez voir deux photos de cette façade dans la figure 4.2.3.g et 4.2.3.h.

Les façades est et ouest sont quasiment aveugles à l'exception de deux petites fenêtres pour les appartement latéraux utiles afin d'éclairer les cuisines et les salles de bains. Il a été choisi de mettre peu de fenêtres sur ces façades afin d'éviter de déséquilibrer l'équité entre les différents appartements et donc d'éviter les problèmes lors de l'attribution des logements. Egalement les ouvertures sont réduites à leur minimum pour permettre de limiter la faiblesse dans l'isolation car une fenêtre est toujours moins performante thermiquement qu'une bonne façade isolée.

Dans le cas de la façade nord, elle est très travaillée dans son esthétique et son rythme. Les baies vitrées sont d'assez grande taille en comparaison de celles de l'immeuble de Cressy. On remarque ici que le poids a plutôt été mis dans le confort lumineux des chambres à coucher plutôt que dans la considération de la perte thermique qu'une ouverture vitrée peut amener. Ceci est également dû au fait que le bâtiment est relativement large avec ses 16 mètres et donc que de grandes ouvertures de chaque côté de l'appartement permet de compenser le manque de lumière au centre du logement. De plus le travail sur le crépis à la chaux sur la façade tantôt rayé tantôt plat lui donne un certain relief qui est visible sur la figure 4.2.3.j.

Au niveau du plan, les principes bioclimatiques se matérialisent par le fait que la pièce principale de chaque logement, le séjour/cuisine, bénéficie de la plus grande exposition au rayonnement de soleil dû à son orientation et aux baies vitrées. La quasi totalité des chambres sont orientées sur la façade nord à l'exception des chambres des logements 3 pièces qui sont également sur la façade sud. Ceci s'explique par le fait qu'elles sont en principe plus fraîches que les autres pièces de la maison en été mais aussi en hiver et qu'elles ont besoin de moins de luminosité. Les espaces de sanitaire se retrouvent quand à eux au centre de l'immeuble entre les pièces de vie et les chambres et bénéficie selon si l'appartement est en bordure du bâtiment d'une fenêtre donnant sur l'extérieur. La superposition de tous ces éléments de sanitaires permettent, comme à Cressy, de pouvoir y passer les gaines techniques de manière efficace en évitant les surcoûts de déviation de celles-ci.

Dans le cas de ce projet, le système de ventilation fait partie intégrante du principe bioclimatique. Celle-ci se fait par extraction et récupération de la chaleur par un échangeur. La chaleur ainsi récupérée sert à chauffer l'eau chaude sanitaire pour les salles d'eau mais aussi pour le chauffage au sol à une hauteur de 80%, les 20% restants sont assurés par une petite chaudière d'appoint à gaz située au sous sol¹⁵⁴. Les futurs habitants de l'immeuble ont décidé ensemble de quel système ils avaient envie d'utiliser pour la ventilation. Ils ont préféré installer ce système plutôt d'une ventilation double-flux pour plusieurs raisons: tout d'abord, l'installation double-flux est très coûteuse et nécessite beaucoup de place pour faire circuler les gaines comme vu dans la partie 2, ensuite car ils ont eu l'idée de récupérer la chaleur pour chauffer l'eau chaude sanitaire et que cela paraissait un bon compromis car la chaleur est réemployée. Néanmoins l'air frais arrive directement de l'extérieur par des ouvertures en façade et n'est pas préchauffé.

154. « Coopérative équilibre 2006-2016
10 ans d'équilibre; une coopérative en
évolution »

Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

4.2.3.C. EAUX USEES

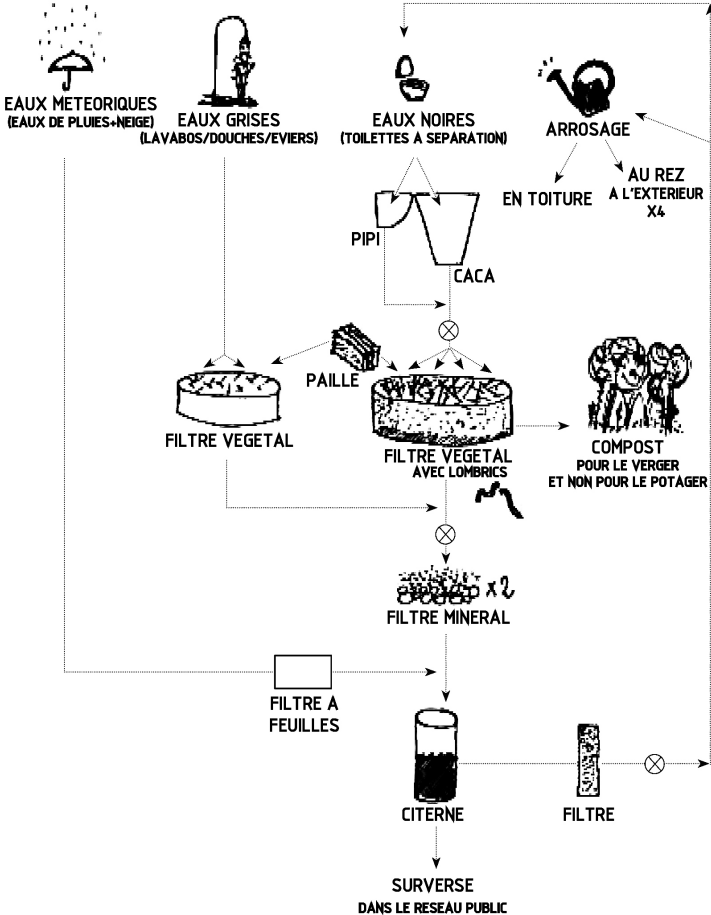
Les coopératives Luciole et Equilibre ont souhaité également trouver une solution alternative pour la question des sanitaires et des eaux usées. En comparaison avec l'immeuble de Cressy, la nouvelle difficulté amenée est que l'immeuble est composé de 5 étages sur rez-de-chaussée. Ainsi, c'est une réelle contrainte qui oblige les coopératives à trouver un autre système que celui des toilettes sèches à compost dans la mesure où la perte de surface dans chaque appartement dû au passage des tuyaux serait trop importante pour être tolérée.

Ils ont donc trouvé la solution de traiter les eaux brunes à travers un système alliant filtre végétal (composé de terre, de paille et de lombricompostage) et filtre minéral (sable et terre). Ceci permet de transformer les urines et les matières fécales en compost afin qu'elles puissent être utilisées pour nourrir les sols du jardin, elles peuvent également être laissées dans le système qui va s'autogérer de lui-même. Le système proposé dans ce projet est entièrement innovant par plusieurs aspects. Tout d'abord de part sa dimension, ce système gère en effet les eaux brunes de 38 logements, de toutes les arcades de commerces et de bureaux du projet, ensuite car il se trouve dans un milieu urbain au cœur de Genève mais également car son fonctionnement associe plusieurs techniques. Ce système a été imaginé par les coopérateurs de Luciole et Equilibre, par les architectes du bureau atba sa et le biologiste Philippe Morier-Genoud, spécialiste du traitement des eaux¹⁵⁵.

155. Coopérative équilibre
« Gestion des eaux Soubeyran 7 »
Genève : 2017.

Le concept de gestion des eaux usées est représenté dans la figure 4.2.3.k à la page suivante. Un des principes principaux est que les eaux de pluie et les eaux usées traitées sont récoltées et stockées afin de les réutiliser pour les chasses d'eau des toilettes de l'immeuble ainsi que l'arrosage des aménagements extérieurs et du potager. Le stockage de cette eau se fait dans une cuve de 20 000 litres située dans le jardin. La consommation d'eau par les toilettes est réduite à son minimum (4L pour la grosse chasse et 300 ml pour la petite). Les toilettes sont à séparation ce qui permet de réaliser 2/3 d'économie d'eau mais aussi de ne pas diluer la matière organique ce qui la ferait passer plus rapidement à travers les filtres. En effet les toilettes ont deux orifices, l'un récupère les matières fécales et l'eau de la chasse puis le système les transporte, les broie et les distribue vers le filtre végétal où elles seront consommées avec la paille par les lombrics. Les urines sont, quant à elles, récupérées par le second orifice qui les amènera sans eau au même endroit. Ce filtre végétal est plus spécifiquement composé de sciure, de paille, de copeau et de compost mûr par quatre sortes de vers gros, petits, rouge et en blanc, voir coupe de principe figure 4.2.3.l. Ces vers vont entraîner la perméabilité du filtre, afin que les matières mettent du temps à le traverser, et se nourrissent de la matière fécale pour la transformer en compost, c'est la minéralisation. L'urine et donc l'ammoniacale qui en dérive vont être nitrifiées, c'est à dire que leurs composés organiques azotés vont se transformer en nitrates¹⁵⁶.

156. Toutes les informations de ce paragraphe sont reprises et synthétisées de: Coopérative équilibre
« Gestion des eaux Soubeyran 7 »
Genève : 2017.



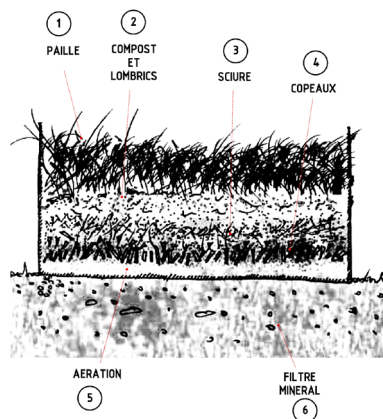
⊗ POMPE

Figure 4.2.3.k Concept de gestion des eaux usées dans le projet. Sources: Coopérative équilibre, 2017.

Les eaux grises des lavabos, douches et éviers passent également par un filtre végétal composé de sciure et de paille sans lombrics avant de passer dans le filtre minéral, ceci permet de les débarrasser des matières trop épaisses du type graisse qui risqueraient de boucher le second filtre. Ensuite ces eaux grises et les eaux noires déjà prétraitées vont passer par le filtre minéral avant d'être stockées dans la cuve. Ce système a comme exception les eaux grises provenant des arcades de commerces car elles peuvent être chargées de produits corrosifs et qui sont déversées directement dans le réseau public¹⁵⁷.

Les eaux de pluie sont quant à elles uniquement récoltées quand elles sont en excédent sur la parcelle ou la toiture. En général la conception des espaces extérieurs et de la toiture tendent à encourager l'absorption des sols. D'ailleurs tout le système de filtration se trouve dans le jardin au sud de l'immeuble. Les filtres végétaux se trouvent sous la grande terrasse dont on peut actionner l'ouverture afin de la remplir de paille trois ou quatre fois par année, voir la figure 4.2.3.m.

De manière globale, ce système permet en effet de décharger les stations d'épuration centralisée de la ville, économise une grande quantité d'eau potable, minimise la pollution des rivières et des nappes phréatiques, valorise les matières fécales en créant un engrais naturel et local et permet aux usagers de se réapproprier la question de la valorisation de leur déjections.



4.2.3.l



4.2.3.m

Figure 4.2.3.l Schéma de principe du filtre végétal.
Sources: Coopérative équilibre, 2017.

Figure 4.2.3.m Photo de l'ouverture de la trappe d'accès sous la terrasse.
Sources: Coopérative équilibre, 2017.

157. Coopérative équilibre
« Gestion des eaux Soubeyran 7 »
Genève : 2017.

Figure 4.2.3.n Photo de l'angle nord-est du bâtiment avec les commerces.
Source: Photo de l'étudiante.



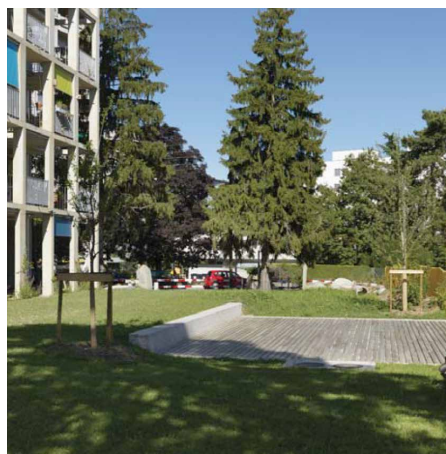
4.2.3.n

Figure 4.2.3.o Photo de la terrasse commune en toiture.
Source: Coopérative équilibre.



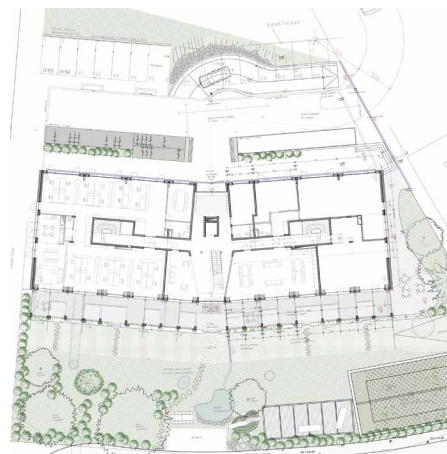
4.2.3.o

Figure 4.2.3.p Photo des aménagements extérieurs.
Source: Coopérative équilibre, 2017.



4.2.3.p

Figure 4.2.3.q Plan des aménagements extérieurs
Sources: Coopérative équilibre.



4.2.3.q

4.2.3.D. MIXITE ET MOBILITE

Comme vu dans le premier chapitre, plusieurs commerces et bureaux ont été inclus au rez-de-chaussée ce qui encourage nettement la mixité dans le projet, voir figure 4.2.3.n. En effet des personnes venant du quartier ou même de plus loin vont se rendre dans les arcades, au café-restaurant, dans les cabinets ou bien au bureau d'architecture. Par ailleurs ce projet permet de créer 2 emplois de conciergerie qui sont pris en charge par deux habitants de l'immeuble. L'un travaille à 20 % et est gérant également de la brasserie en rez-de-chaussée et l'autre personne travaille à 30 % et est le menuisier qui a installé son atelier à la cave. Egalement le salon de coiffure est tenu par une amie d'une habitante et le salon de shiatzu tenu par une habitante¹⁵⁸.

158. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

Dans le projet, on peut également voir toute une déclinaison d'espaces partagés et collectifs. Notamment les deux salles communes du rez-de-chaussée de 79m² et 23m², ces salles permettent d'accueillir les réunions entre les habitants, les visiteurs, servir de salle de jeux commune pour les enfants etc ... Une terrasse collective sur le toit est fortement appréciée et employée par les habitants. Elle comporte un potager cultivé par les habitants de l'immeuble, voir figure 4.2.3.o. La vue sur la terrasse est relativement dégagée surtout sur la partie sud et est baignée de soleil. Tout le concept des espaces communs dans le projet est réfléchi pour que les gens se rencontrent notamment dans la rue centrale du troisième étage qui devient un lieu de rencontre et de jeu pour tous les enfants de l'immeuble ainsi que servir d'espace pour les fonctions communes comme la buanderie et les chambres individuelles. L'entrée unique au rez-de-chaussée permet à tous les habitants de récupérer leur courrier au même endroit et de se saluer en passant sous l'érable de l'entrée en rentrant et sortant de l'immeuble.

Les aménagements extérieurs sont également ouverts et communs. Ils ont été laissés assez libres par les architectes à la fin de la construction du bâtiment et sont aujourd'hui encore assez peu aménagés en dehors de quelques arbres fruitiers et indigènes, d'un terrain de pétanque, d'une fontaine et de la terrasse abritant le filtre végétal, voir figure 4.2.3.p et 4.2.3.q. On peut s'imaginer que ces espaces vont être aménagés avec le temps avec les initiatives des habitants cependant c'est d'ores et déjà un espace vert très agréable et ombragé. Dans le même esprit on retrouve les balcons, construits de façon à encourager les rencontres et les déplacements entre les logements le long de la façade. Ils mesurent, comme à Cressy, 1.20 mètre de profondeur au minimum et s'élargissent lors qu'ils se retrouvent devant une salle de vie. Le cadrage créé par la structure en béton régulière des balcons donne un certain caractère à la façade qui est souligné par les pare-soleils verticaux et horizontaux de différents couleurs¹⁵⁹. Les rétrécissements des balcons permettent d'avoir des vues vers le haut et vers le bas entre les différents balcons et donne un effet assez spectaculaire.

159. Témoignage de José Garcia et Michael Hofer, architectes du bureau atba, lors d'un entretien le 14 décembre 2017.

160. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

161. « Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Coopérative équilibre
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

162. Ibidem

L'aspect de partage est comme vous l'avez vu très important dans ce projet. Les habitants étaient en effet «copains avant d'être voisins»¹⁶⁰. C'est pour ces raisons qu'il n'y a pas de comité pour prendre les décisions concernant l'immeuble mais bien une assemblée qui continue à se réunir tous les 10 jours. Ils évitent d'avoir à voter pour ne pas créer de dualité et tout le monde est libre de participer.

La mixité passe également par le sujet de la mobilité. Tous les moyens de mobilité se rencontrent au niveau du rez-de-chaussée, dans la cour au nord de l'immeuble. On y croise piétons, vélos et voitures. Les cyclistes peuvent stationner leur vélo dans quatre grands abris couverts pouvant contenir jusqu'à 140 vélos soit un ratio de presque un vélo et demi par habitant¹⁶¹. Des plantes grimpantes ont été plantées au pied de chacun des abris pour qu'ils se retrouvent à terme recouvert par les plantes. Un grand érable se trouve devant l'entrée principale de l'immeuble et permet d'ombrager les visiteurs. L'immeuble possède six voitures qui sont partagées par 18 appartements. L'entretien est réalisé par les habitants participants et le kilomètre est facturé 50 ct essence compris¹⁶².

4.2.3.E. ENERGIE

Comme nous venons de le voir dans le chapitre précédent sur l'eau, les habitants de l'immeuble de Soubeyran ont pour volonté l'autoproduction et l'autoconsommation des ressources. S'inscrivant dans la même philosophie, l'électricité produite par les panneaux solaires photovoltaïques situés sur le toit de l'immeuble servent à alimenter de manière directe les habitants. Le surplus est revendu au Service Industriel de Genève (SIG) qui va leur revendre l'électricité la nuit quand les panneaux ne produisent plus d'énergie. Ainsi, sur l'année, la part autoconsommée lors de la production est de l'ordre de 85% et ceci représente environ 30% de la consommation totale d'électricité de l'immeuble. C'est la coopérative d'énergies participatives Enerko qui développé le budget pour l'installation solaire de 140 mètres carrés, elle n'a donc pas été incluse dans le budget de l'immeuble donc des coopératives¹⁶³.

163. Témoignage de Olivier Krumm, RMO de l'immeuble de Soubeyran, lors de la visite du bâtiment.

On pourrait se dire que le rendement de 30% est assez faible en comparaison de celui de 100% de l'immeuble de Cressy, cependant ceci s'explique par le fait que les panneaux solaires ne sont installés que sur une petite moitié du toit et que l'immeuble étant plus haut et composé de plus de logements, il dispose de moins de toiture en proportion. Les futurs habitants ont en effet préféré installer une terrasse sur l'autre partie du toit en jugeant qu'il était plus important de créer un espace commun agréable, encourageant la mixité et la biodiversité que de produire de l'électricité.

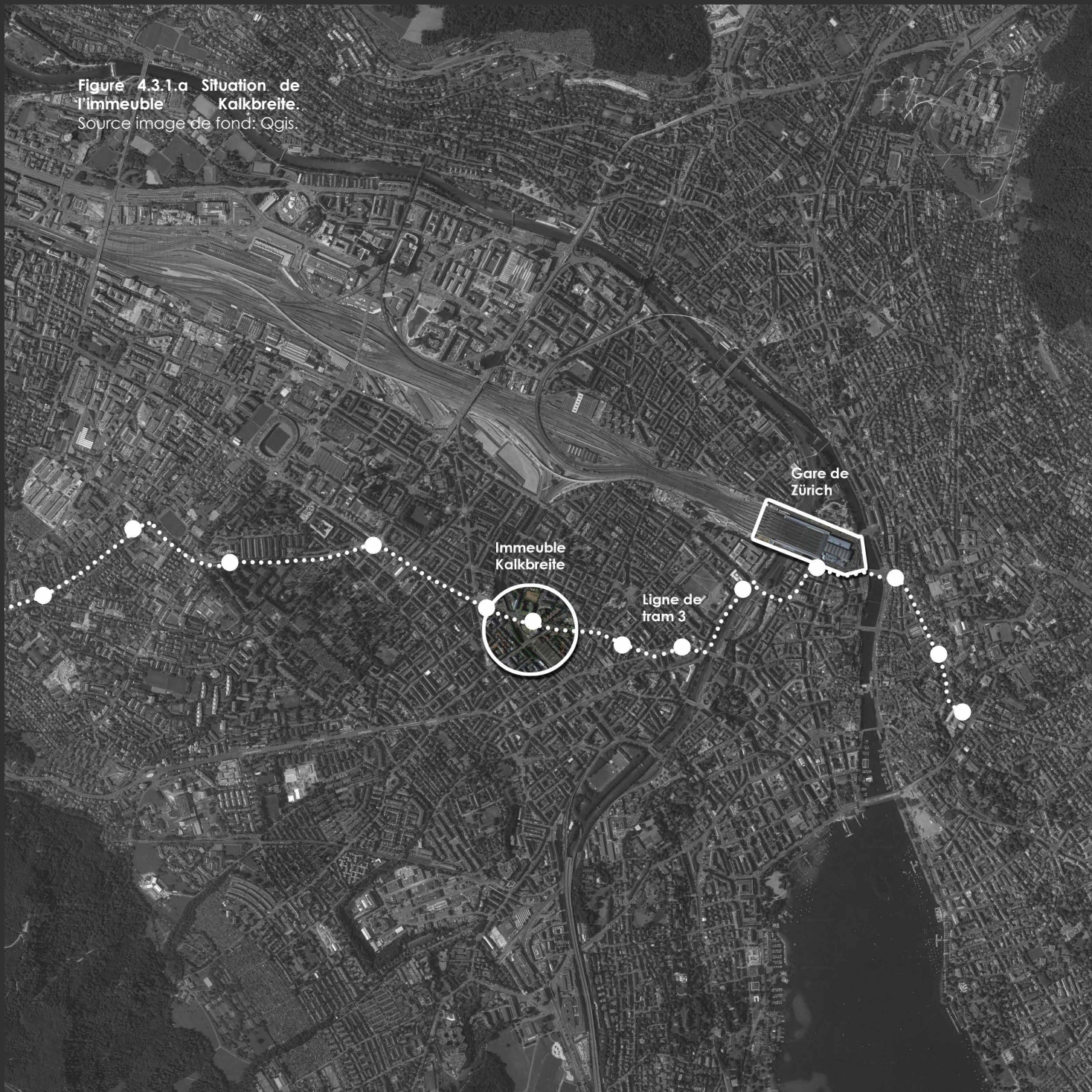
4.2.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET

Comme vu dans cette analyse, on remarque bien que les parti-pris architecturaux de ce projet ne sont pas les mêmes que ceux du projet de Cressy. En effet ce projet a accordé beaucoup de soins à trouver ses propres solutions pour prendre en compte les stratégies dont nous avons parlé dans la partie 2 notamment avec son système innovant de traitement des eaux usées et brunes mais également par son souci d'amener une belle mixité dans le projet et d'encourager la mobilité douce. Il a également pris en compte les enjeux architecturaux qu'un tel projet peut exiger. On remarque notamment les efforts réalisés quant à la conception des espaces communs avec l'ajout de la rue centrale au troisième étage qui joue un rôle fort dans les lieux de partages et de rencontres entre les habitants. Également la position de la terrasse sur le toit apporte une réelle plus-value au confort des habitants, ce qui n'aurait pas été le cas si les coopérateurs n'avaient pas choisi eux-même de ne pas construire le niveau d'attique mais au contraire de l'occuper par d'autres fonctions qui vont servir la communauté comme la terrasse et le potager. On peut aussi remarquer un travail quant à la composition des façades notamment celle de la façade nord qui montre un bon équilibre de vitrage et de crépi et permet de rendre lumineuses des chambres situées à l'arrière.

Une des qualités des plus importantes du projet est le choix de ses matériaux et la manière dont il les met en valeur. On peut en effet trouver intéressant le choix des matériaux de façade qui est constituée de caisson de bois remplis de paille et apprécier le crépi à la chaux extérieur qui donne du relief à la façade. À l'intérieur du bâtiment les matériaux sont laissés bruts dans la mesure du possible et on peut profiter de l'enduit à la terre de la façade et du béton brut des murs. Les hauteurs sous plafond poussées à 2.70 mètres dans les étages de logements, par le fait que le niveau d'attique a été supprimé, donne à respirer dans les appartements et apporte une réelle qualité malgré qu'elle ne soit pas nécessaire et engendre des pertes dans le rendement du volume du bâtiment.

Pour ces raisons je trouve le projet d'Equilibre à Soubeyran est tout à fait intéressant car il montre les prémices d'une bonne balance entre architecture, confort, mixité et durabilité dans un environnement urbain en cours de développement.

Figure 4.3.1.a Situation de
l'immeuble Kalkbreite.
Source image de fond: Qgis.



4.3. IMMEUBLE COOPERATIF KALKBREITE A ZURICH

4.3.1. CONTEXTE ET IMPLANTATION

C'est à partir d'un constat simple qu'une poignée de personnes se sont associées pour la création de la coopérative Kalkbreite. Ce constat était que la ville de Zurich, comme la plupart des grandes villes, subit une pénurie de logements et donc une forte hausse du prix des loyers. Il est donc très difficile de trouver un logement en ville à un prix décent d'autant plus si on est à la recherche d'un logement individuel pour sa famille. Même en collocation il est de plus en plus dur de pouvoir se loger en centre ville. C'est ce qui a poussé certaines personnes à se regrouper en une association dans le but de pouvoir acquérir des bâtiments ou des biens tout en proposant des loyers modérés en contrepartie du respect de certains principes de partage de locaux à l'échelle de l'immeuble et du quartier. La seconde motivation des membres était également l'aspect social qu'une telle association pouvait permettre. Ils voulaient vivre et partager avec des personnes de tout âge et de tout horizon afin de s'enrichir humainement¹⁶⁴.

164. « Wohn- und Gewerbesiedlung, Lotissement de logements et de locaux Kalkbreite »
VILLA Joanne, NIJENHUIS Emmanuel
Fribourg : 2010.

Dans les années 70, la parcelle triangulaire, qui est aujourd'hui occupée en partie par le projet, était déjà exploitée par le dépôt de tram des VBZ (transport public zurichois). On parlait déjà de la possibilité d'y construire un espace résidentiel et commercial, cependant cette proposition a fait l'objet d'une longue lutte entre le conseil municipal et les VBZ qui souhaitait plutôt y voir construire des bâtiments administratifs. Le terrain occupe en effet 6350 m² de surface urbaine n'étant dévolue à l'époque qu'au stationnement des trams durant la nuit, ce qui était un réel manque à gagner pour le développement du quartier¹⁶⁵.

165. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives »
WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

C'est en 1978 qu'une initiative populaire a été votée pour exiger que cette zone soit mise à disposition pour la création de logements lorsque les VBZ n'en auront plus l'utilité. Cependant pour des raisons économiques, la zone n'a pas cessé son activité. C'est ainsi que l'idée d'employer la parcelle de manière mixte a été proposée 20 ans plus tard en 1999, une étude de faisabilité à l'appui. A partir de cette année, les choses se sont accélérées et beaucoup d'aller-retours ont été faits entre la municipalité et les habitants qui ont finalement adjugés qu'il sera construit sur cette parcelle non plus des bureaux mais bien une construction sociale à double utilité, commerciale et résidentielle. En septembre 2005, les VBZ obtiennent donc les autorisations pour la rénovation de leur dépôt de tram. Les appels d'offre pour les travaux de couverture du dépôt et la pose d'une clôture tout autour de la zone ont lieu en avril 2006, laissant une bande libre le long de la Baderstrasse pour la construction éventuelle de futurs bâtiments mais sans mentionner la création de locaux de commerces et de logements. C'est à partir d'une nouvelle opposition provenant du voisinage que l'ambiguïté a été levée et que les VBZ ont décidé de se conformer aux motions établies avant 2005 au sujet de l'affectation des locaux¹⁶⁶.

166. « Wohn- und Gewerbesiedlung, Lotissement de logements et de locaux Kalkbreite »
VILLA Joanne, NIJENHUIS Emmanuel
Fribourg : 2010.

167. « Wohn- und Gewerbesiedlung, Lotissement de logements et de locaux Kalkbreite »
VILLA Joanne, NIJENHUIS Emmanuel
Fribourg : 2010.

168. « Mehr als Wohnen; Gemeinnütziger Wohnungsbau in Zürich 1907-2007 : Bauten und Siedlungen »
DURBAN Christoph
Zürich : gta Verlag, ETH Zürich, 2007.

169. « Wohn- und Gewerbesiedlung, Lotissement de logements et de locaux Kalkbreite »
VILLA Joanne, NIJENHUIS Emmanuel
Fribourg : 2010.

Tout l'avancement du chantier ayant été gelé pendant six mois à partir du mois d'octobre 2005 pour lever les doutes, ceci a laissé le temps au membres du *Stadt.labor* (plateforme ouverte dans laquelle les habitants de la ville sont invités à venir débattre des décisions concernant cette dernière) de faire leur propre proposition quant au futur emploi de cette parcelle. Les mots clefs étant ressortis du workshop organisé en février 2006 à ce sujet sont: combinaison équilibrée de logements et de locaux commerciaux et culturels, bon marché, compact et écologique, structure communautaire/individualité, parc public au dessus des voies. Le but du dossier rendu à la municipalité à la suite de ce workshop était d'obtenir un droit de superficie sur le terrain en réclamant l'application de l'initiative populaire de 1978. A l'occasion de ce workshop, il aura aussi été fondé l'association Kalkbreite qui sera reconnue de manière officielle le 9 mars 2006¹⁶⁷.

La nouvelle coopérative Kalkbreite s'est associée avec les coopératives Dreieck et Karthago en juin 2007 pour mieux faire face aux complexités administratives dûes à un tel enjeu et c'est ce même mois que le conseil communal a finalement décidé par vote d'accorder les droits de superficie sur le terrain à la coopérative Kalkbreite. Leur candidature au droit de superficie aura plu par son concept innovant. De plus, la ville de Zurich est particulièrement sensible et investie dans la question des coopératives d'habitations. Plus de 150 coopératives de logements et fondations ont construit des bâtiments depuis 1907 dans l'optique d'innover et d'investir pour l'avenir afin de construire des logements non seulement de grande qualité mais également de développer l'aspect social et urbain dans la ville. La ville cherche à promouvoir la création de logements de qualité mais aussi à atteindre des standards écologiques élevés notamment en suivant les exigences Minergie. La mise au concours de grands projets comme celui-ci permet de pouvoir atteindre ces objectifs car les architectes vont être mis en concurrence et donc chercher à exceller dans tous ces domaines¹⁶⁸.

Le concours a été remporté par le bureau d'architectes Zurichois Müller Sigrist en février 2009. En janvier 2011, la demande de permis de construire est déposée, en janvier 2012 la construction commence et les habitants ont pu tous aménager en août 2014¹⁶⁹. Un schéma de la chronologie ci-contre, figure 4.3.1.b, permet de mieux voir l'importance de ces étapes.

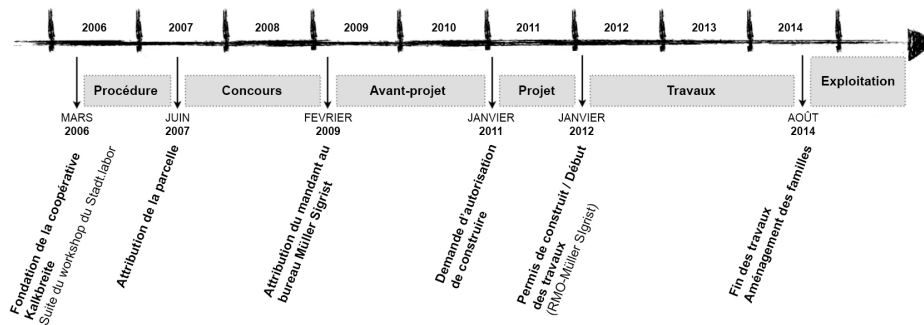


Figure 4.3.1.b Frise chronologique des temps forts du projet. Source : Etudiante, inspiré du graphisme de VARESA-NO, 2013 p. 31

Comme on peut le voir sur la figure 4.3.1.a la parcelle est située au centre-ville de Zurich à l'intersection importante entre 2 quartiers, le quartier Aussersihl au nord et le quartier Wiedikonau sud. Comme nous venons de le voir, la fonction première de cette parcelle par le passé était de servir de dépôt pour les trams. Aujourd'hui cette même parcelle accueille une multifonctionnalité qui fait pleinement sens dans cette problématique du développement durable en centre-ville et permet à plusieurs projets de n'en faire qu'un pour que toutes les activités puissent profiter d'une situation favorable au centre-ville. En effet, la complexité du projet vient donc du nombre impressionnant de programmes à inclure dans celui-ci. Il comporte en effet simultanément une halle (le dépôt), un poste de transformation, des surfaces commerciales et des logements. En plus de la pluralité des programmes il y a aussi une pluralité des maîtres d'ouvrages (quatre au total) qui ont des exigences bien différentes. Le gros travail de l'architecte dans ce projet est de savoir coordonner et planifier avec ces nombreuses variables.

Figure 4.3.1.c Zoom sur l'immeuble Kalkbreite. Source image de fond: Qgis



Comme vous pouvez le voir sur la figure 4.3.1.c, le zoom sur l'immeuble permet de mieux se rendre compte du gabarit du bâtiment. Le terrain est défini par l'intersection de la Badenerstrasse au nord et de la Kalkbreitestrasse à l'est. Ces deux rues sont des artères bruyantes parcourues par des lignes de tram et de bus. Le triangle est fermé côté sud et ouest par la tranchée de la voie de chemin de fer CFF Zurich–Thalwil qui donne donc un périmètre très défini au projet mais aussi la possibilité de n'avoir aucun façade aveugle. On peut remarquer qu'il s'articule en différente épaisseur et hauteur autour d'une cour intérieure. Cette image nous permet aussi de mieux nous représenter l'activité du centre-ville autour de l'immeuble Kalkbreite. Les lignes de tram 2, 3 et 6 permettent de se rendre à la gare centrale de Zurich en 7 minutes. Le quartier est dense en commerces et café-restaurants de toute sorte qui permettent aux habitants et aux utilisateurs des programmes publics de pouvoir profiter de ce pôle d'attractivités qu'est le projet. Le parc Bäckernanlage se trouve à quelques minutes de marche mais n'est pas à proximité directe du bâtiment, le quartier ne possède en effet aucun parc de jeu de grande taille. C'est pour cela qu'il s'est installé dans la cour intérieur de l'immeuble, de manière surélevée sur le dépôt des trams, un parc de jeu pour les enfants. Celui-ci est ouvert et accessible au quartier en empruntant les grands escaliers débouchant sur la maison située à l'est de la parcelle en face de l'arrêt de tram. Cette maison n'est d'autre que l'ancienne auberge Rosengarten qui est devenue le siège de l'association Kalkbreite. Depuis, cette auberge accueille toutes sortes d'évènements en rapport avec la vie citadine¹⁷⁰. Un terrain de sport et l'école Wengi se trouvent à proximité du projet ainsi qu'une série de jardins d'enfants que je n'ai pas indiqué sur la carte.

Ainsi, le projet joue son rôle de pôle urbain dans le quartier grâce à l'attractivité qu'il suscite. La construction est particulière par sa forme et le nombre de différents types d'habitats et de surfaces d'activités qu'il propose. Ceci le rend plus vivant. Il permet de loger environ 240-250 personnes dans ses logements et de donner des places de travail à environ 150 employés¹⁷¹.

170. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

171. « Logements et surfaces d'activités Kalkbreite, Zurich »
BRUNNER Roland, COMMENT Audanne
Bulletin bois numéro 122, Zurich : Lignum, 2017.

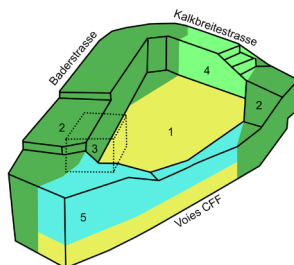


Figure 4.3.2.a Axonométrie de l'emboîtement des volumes dans le projet. Source: Inspiré de Dr Lüchinger + Meyer Bauingenieure AG.

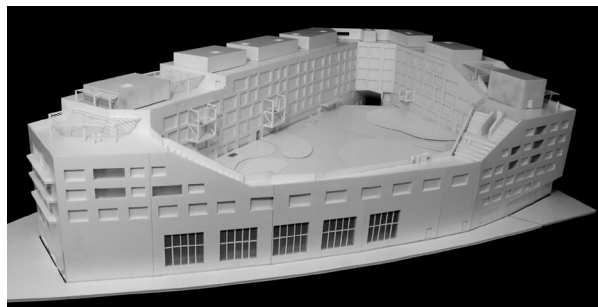
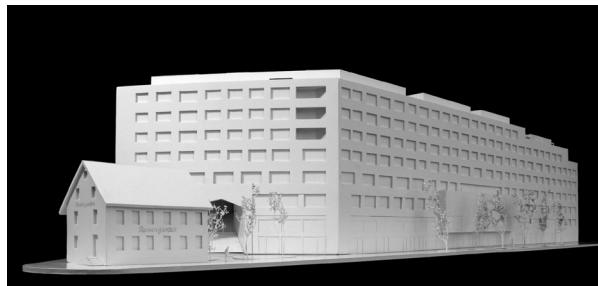
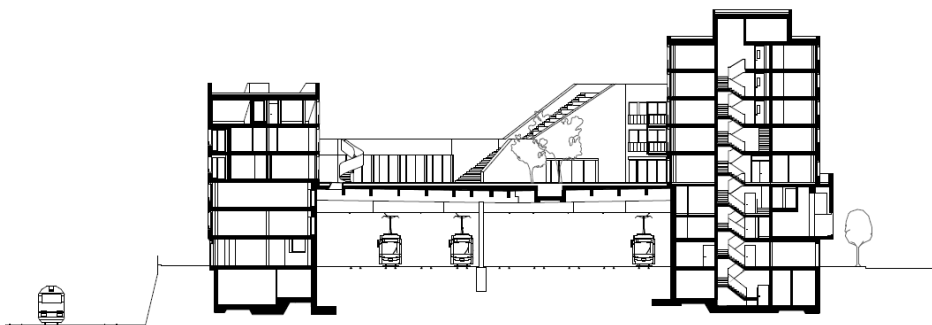


Figure 4.3.2.b Photos de la maquette de concours. Source: Müller Sigrist.

«1 Halle des trams, toiture en béton armé préfabriqué
2 Usages divers, structure traditionnelle en béton armé
3 Cinéma, voiles porteurs en construction massive
4 « Pont habitable » au-dessus de la sortie est, construction en béton avec structure métallique incorporée
5 Usages divers, structure traditionnelle en béton armé appuyée sur la toiture de la halle des trams.»
Source: WIEDMANN, 2014 p. 14.

Figure 4.3.2.c Coupe à travers le bâtiment permettant de voir. Source: Müller Sigrist.



4.3.2. FONCTIONNEMENT GENERAL ET CONTRAINTES DU PROJET

De manière simple, on peut voir le projet comme un assemblage de volumes, voir la figure 4.3.2.a. Le projet est composé d'un grand volume plat de trois étages accueillant un dépôt de tram, en jaune sur le schéma. Ce dépôt est bien visible sur la coupe en figure 4.3.2.c, il occupe la quasi totalité de la parcelle à l'exception d'une épaisseur sur la Baderstrasse et sur l'angle sud-est. Par dessus et à côté de ce dépôt se trouve un immeuble de six à un niveaux bâti construit par la coopérative, en vert et en bleu sur le schéma. Ce bâtiment a la taille d'un lotissement et souhaite s'inspirer du dispositif de l'îlot pour construire cette forme autour d'une cour intérieure qui est en fait le toit du dépôt, voir figure 4.3.2.b. La séparation entre cette cour et la rue n'est pas réellement physique car il n'y a pas de portail mais davantage sensible car la différence de niveau amène un sentiment de sécurité quand on se trouve dans la cour, on a l'impression de ne plus être au centre-ville de Zurich. La hauteur du bâtiment est variable selon l'orientation mais aussi en fonction du programme de la halle en dessous. C'est à dire qu'il va s'élever sur 6 étages au dessus de la halle du côté nord et de seulement un étage sur le côté sud. La différence de niveau va se faire de manière progressive sur les côtés est et ouest ce qui permet de pouvoir se promener en boucle de manière continue sur les toitures du bâtiment. La manière dont le bâtiment s'incline du côté sud-ouest permet à la cour de 2500 m² d'être inondée de soleil ce qui lui confère une atmosphère d'espace de détente public et accessible¹⁷². Un grand escalier dans la cour du côté sud-ouest où les bâtiments sont les plus bas permet de rejoindre les espaces de toiture. Dans la partie la plus haute de la toiture du côté nord on peut trouver les jardins sur le toit mis à disposition au bénéfice des coopérateurs.

Dans l'ensemble du sous bassement se trouvent les surfaces commerciales et les bureaux disposés tout autour de la halle du dépôt de trams, voir figure 4.3.2.d à la page suivante. De grandes ouvertures permettent de mettre en lien ces activités en rez de chaussée, sur la mezzanine et au premier étage avec la halle de dépôt. La façade sur la rue à ces étages est très vitrée et animée pour communiquer directement avec l'espace urbain extérieur. L'accès aux logements à proprement parler se fait au quatrième niveau autour de la cour située sur le toit du dépôt, voir le plan en figure 4.3.2.e. Il est accessible en empruntant un grand escalier qui traverse l'épaisseur du complexe en donnant l'impression de se faufiler à travers les couches. Aux abords de la cour intérieure, on trouve une multitude de locaux dévolus à la coopérative notamment une halte-garderie, un Bed & Breakfast, une salle de conférence et des pièces indépendantes pour le logement et les invités¹⁷³. Les cinq étages au dessus du niveau de la cour sont destinés uniquement aux logements et leur taille varie considérablement allant du studio à l'appartement neuf pièces. Plusieurs salles communautaires occupent les trois premiers niveaux de logements et sont agrémentés de balcons. Les logements n'ont aucun prolongement extérieur, les terrasses en toiture cherchent à venir en compensation avec cela.

172. « Logements et surfaces d'activités Kalkbreite, Zurich »
BRUNNER Roland, COMMENT Audanne
Bulletin bois numéro 122, Zurich :
Lignum, 2017.

173. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives »
WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des
éditions des associations techniques
universitaires. Numéro 18.

Figure 4.3.2.e Plan du premier étage sur cour.

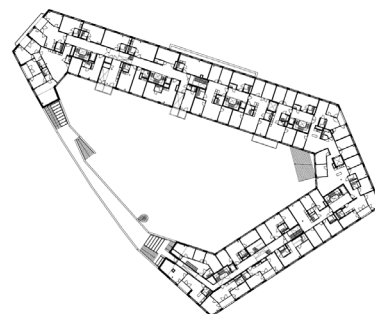
Source: Müller Sigrist.



4.3.2.e

Figure 4.3.2.f Plan du deuxième étage sur cour.

Source: Müller Sigrist.



4.3.2.f

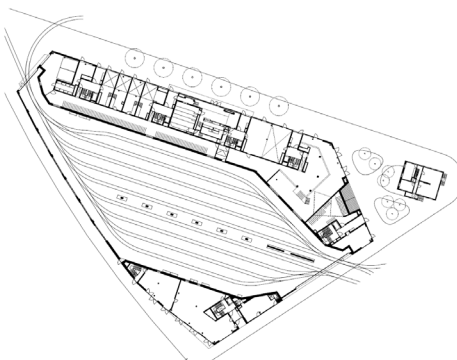


Figure 4.3.2.d Plan du rez de chaussée. Source: Müller Sigrist.

Le projet comprend:

- 30 unités de logement de 1 à 1.5 pièce de 29 à 56 m² répartis dans 3 cluster différents de 10 unités.
 - 2 studio de 1 et 1.5 pièces de 38 et 45 m².
 - 14 logements de 2.5 à 3 pièces de 50 à 75 m².
 - 4 logements de 2.5 pièces étant aménagé en atelier de 64 à 103 m².
 - 13 logements de 4.5 pièces de 95 à 133 m².
 - 8 logements de 5.5 pièces de 123 à 127 m².
 - 6 logements de 6.5 pièces de 142 à 152 m².
 - 2 logements de 7.5 et 9.5 pièces de 142 et 152 m².
 - 3 logements de 13 à 17 pièces de 222 et 412 m².
 - Et finalement 9 chambres joker qui peuvent être louées en longue durée ou réservées pour une nuit.
- Source: Anleitung Kalkbreite
Genossenschaft Kalkbreite
<https://anleitung.kalkbreite.net/wohnen> consulté le 24.11.2017

Figure 4.3.2.g Coupe à travers les logements et la rue centrale. Source: Müller Sigrist.



Au total le projet comporte 97 unités de logement réparties en 55 appartements. Une unité de logement seule représente une chambre qui vient se lier à d'autres unités de logement indépendantes autour d'une salle commune avec une cuisine. Ceci forme comme une collocation tout en gardant une réelle indépendance par rapport aux autres locataires. Ce type de dispositif porte de nom de cluster. Vous pouvez voir sur la page à gauche le détail de tous ces types de logements, on remarque donc à quel point l'offre est large et différenciée dans ce projet.

Le projet comporte quelques particularités architecturales. Les architectes ont développé une offre très diversifiée de logements communautaires, entre les appartements familiaux, les appartements pour couples et les studios individuels, l'offre est grande et étant donnée la forme du bâtiment, les typologies sont également variées. Dans le plan du deuxième étage sur cour de la figure 4.3.2.f, on peut remarquer la diversité des typologies possibles dans le projet. Les architectes y ont également intégré le principe de rue intérieure en cascade sur les trois premiers étages de logements, voir coupe dans la figure 4.3.2.g. Cette rue prend son origine dans le foyer du premier niveau sur cour et relie les salles communes en remontant niveau par niveau jusqu'à atteindre les terrasses et les jardins. Cette rue permet de rejoindre le chemin de ronde sur les toits dont nous avons parlé plus haut. Ces cheminements sont en fait un symbole de l'idée sociétale que se font les architectes du projet car ils lient les coopérateurs mais aussi les différentes fonctions. Cette rue intérieure relie les différents clusters. Ceux-ci sont composés de huit à dix unités de logement¹⁷⁴.

174. « Logements et surfaces d'activités Kalkbreite, Zurich »
BRUNNER Roland, COMMENT Audanne
Bulletin bois numéro 122, Zurich :
Lignum, 2017.

Figure 4.3.3.a Mise en place du treillis pendant les travaux. Source: Müller Sigrist.

Figure 4.3.3.b. Photo intérieur d'une des cages d'escalier. Source: Müller Sigrist.



4.3.3.a



4.3.3.b

Figure 4.3.3.c. Vue du bâtiment sur la Baderstrasse côté nord-ouest. Source: Müller Sigrist.

Figure 4.3.3.d. Photo intérieur d'un logement à la fin des travaux. Source: Müller Sigrist.



4.3.3.c



4.3.3.d

4.3.3. LES STRATEGIES PRISES EN COMPTE

4.3.3.A MATERIAUX

La structure porteuse du bâtiment est de type poteaux-dalles avec une façade rapportée en bois. Les ingénieurs du bureau Lüchiger + Meyer ont accompagnés les architectes depuis le concours. Du point de vue structurel, ils ont dû employer différentes techniques pour faire face aux complexités du terrain et des programmes. La structure porteuse est un ensemble de treillis bétonnés et de poutre-voiles auxquels ils ont fait attention à ne pas avoir de joints dans les transitions. Un treillis est employé dans la partie au-dessus de l'entrée des trams au sud-est et représente une grande complexité pour les ingénieurs. Cette distance de 37 mètres n'a pu être enjambée qu'en mettant en place une sorte de pont habité fait de quatre treillis métalliques dissimulés dans les murs longitudinaux. Voir figure 4.3.3.a. Lors du concours, la rénovation de la halle était déjà en cours de travaux comme on a pu le voir dans la chronologie du projet. Ceci veut dire que le maître d'ouvrage a dû estimer lui-même les charges supplémentaires qui devront être prévues sur les fondations lors de la construction du projet. Ainsi ses réserves imposaient des charges pouvant être mises sur les fondations, ce qui a servi de conditions-cadre dans le concours. Les architectes Müller Sigrist ont tenu leur échelonnage des hauteurs du bâtiment en fonction de l'orientation mais aussi des charges possibles sur la dalle et ses fondations¹⁷⁵.

175. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

Les noyaux de distribution du bâtiment sont eux aussi en béton armé ainsi que quelques parois pour des raisons de feu et de stabilisation. La grille de poteaux préfabriqués offre une souplesse suffisante pour que tous les programmes n'en soit pas pénalisés. L'exception à cette structure conventionnelle se trouve au Nord, dans la façade sur le Cinéma. La structure y est alors fait de poutres-voiles en béton. Pour permettre de traverser toute la surface de la halle du dépôt en limitant au maximum les appuis, il a fallu employer de très grosses poutres préfabriquées et précontraintes en béton de 1.3 mètre de haut et de 21 mètres de long. La structure secondaires perpendiculaire à la première est haute de 70 cm, espacée de 8.2 mètres et recouverte de pré-dalles¹⁷⁶. On peut voir l'échelle de cette structure dans la coupe figure 4.3.2.b.

176. Ibidem

La quasi totalité de cloisons intérieures sont en structure légère et peuvent être modifiées durant le cycle d'exploitation du bâtiment. Ceci est un élément très important du projet qui revient dans plusieurs publications car il est en effet un élément clef des critères de durabilité que les coopérateurs avaient définis à la base. En effet, un aménagement intérieur durable se définit également par le fait qu'il soit capable de s'adapter dans le temps. Aux nouvelles technologies par exemple ou bien à une nouvelle manière d'aménager l'habitat qui peut naître après la construction du projet. C'est pourquoi le fait de construire les cloisons intérieures de manière légère permet de gagner en flexibilité sans pour autant qu'elles soient de mauvaise qualité¹⁷⁷.

177. Ibidem

178. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

179. Ibidem

180. « Logements et surfaces d'activités Kalkbreite, Zurich »
BRUNNER Roland, COMMENT Audanne
Bulletin bois numéro 122, Zurich : Lignum, 2017.

181. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

La façade est en bois préfabriquée en atelier avec des éléments d'une dimension maximale dictée par le moyen de transport. Côté rue, la hauteur des ouvertures résulte de la hauteur des gardes corps, alors que du côté du cœur d'îlot, les ouvertures sont toute hauteur pour permettre au soleil de bien pouvoir pénétrer dans le bâtiment. La surface extérieure du panneau multicouche est E130 d'une épaisseur de 43,5 centimètres. Les avantages de ce choix de façade est qu'elle est à la fois plus légère et donc permet de moins contraindre les fondations, ce qui est un avantage pour le chantier en centre-ville mais aussi d'intégrer l'isolation directement dans l'épaisseur de la structure. Ici il s'agit d'une laine minérale. La couche extérieur du panneau en bois également offre une surface solide et résistante qui permet l'accroche du crépis minéral en trois couches. Le concept couleur est défini par l'artiste Jörg Niederberger¹⁷⁸. Il est composé de quatre tons terreux, unitaire de loin mais plus nuancé de près ce qui lui donne un aspect unique, figure 4.3.3.c.

Au niveau de l'aspect des matériaux à l'intérieur, le projet de Kalkbreite ne déroge pas à la règle, c'est à dire que certains matériaux à l'intérieur sont également laissés brut notamment le béton armé dans les logements et plus largement à certains endroits dans les espaces de circulations. Des touches de couleur ont été judicieusement placées dans les distributions comme on peut le voir en figure 4.3.3.b. Dans la mesure où le budget a pu être respecté durant les travaux, les coopérateurs ont pu choisir de dépenser un peu plus d'argent afin d'équiper leur cuisine en chêne massif, à la fois plus résistant qu'une cuisine standard mais aussi ce choix apporte une réelle qualité esthétique aux espaces intérieurs, figure 4.3.3.d¹⁷⁹. Contrairement aux autres projets vus jusqu'à maintenant, ce projet n'a pas fait l'objet de chantier participatif. Ceci est probablement dû au fait que le nombre d'habitant est bien plus important que les futurs habitants n'étaient pas tous connus.

La question de l'acoustique a aussi été au centre des débats dans la mesure où l'activité des VBZ est très bruyante. C'est d'ailleurs un élément qui a failli arrêter l'exécution de l'initiative populaire à plusieurs reprises¹⁸⁰. C'est pourquoi, lors de la réalisation du projet, les architectes et les maîtres d'ouvrage ont dû trouver de réelles solutions pour limiter les nuisances sonores. Les VBZ ont donc placé leurs aiguillages sur des appuis flottants afin d'éviter la propagation des vibrations. Le treillis métallique au dessus de l'entrée est recouvert avec des plaques de plâtre fibrées afin de garantir une protection contre l'incendie maximal, R60. Dans la mesure où les charges sont très hétérogènes sur la parcelle mais également très variables dans le cas des trams, il a fallu garantir que l'ouvrage ne subisse pas de tassements. C'est pourquoi des fondations sur pieux ont été réalisées dans la zone du tram alors que le reste des construction repose sur un radier sur semelle¹⁸¹.

4.3.3.B AMENAGEMENTS INTERIEURS

Les habitants de la coopérative Kalkbreite conçoivent le développement durable au centre de toutes les phases du projet. Ils ont établi des objectifs économiques, écologiques et sociaux qui devaient être atteints avec l'aide des concepteurs professionnels et des locataires des futurs logements. Le bâtiment n'a pas de réelle spécificité dans son système de ventilation ou de gestion des eaux comme on a pu voir dans les études de cas précédentes mais plutôt une autre manière de considérer la durabilité par une utilisation modérée des surfaces par l'habitant. Le projet est également construit d'après les exigences du label Minergie P-Eco®¹⁸². Outre l'aspect écologique, des conséquences sociales et économiques en découlent et ceci influe directement sur les plans et la conception générale d'un projet. Dans le cas de ce projet, les familles actrices de la coopérative ont opté pour le fait d'avoir des appartements plus petits avec une surface moyenne par habitant de 33 m² afin d'avoir plus de logements plutôt que moins de logements plus grands au total dans le bâtiment. Ils considèrent que c'est là la manière de contribuer le plus efficacement au développement durable dans la construction.

En effet, en comptant les 300 m² d'espaces collectifs disponibles dans le projet, chaque habitant de l'immeuble peut occuper en moyenne 33 m² de surface alors que la moyenne suisse est de 50 m² et de 40 m² à Zurich¹⁸³. Le projet se défend du fait que grâce à la qualité des locaux partagés et à leur multifonctionnalité, la qualité de vie des habitants ne se retrouve pas du tout réduite par la réduction de cette valeur de surface moyenne par habitant. Les locaux annexes et mutualisés comme les chambres joker, les locaux de réunions, le hall, la cafétéria, la buanderie et autres délestent les appartements de certains usages qui peuvent prendre de la place inutilement dans un logement standard¹⁸³. L'autre conséquence de ce choix est que l'îlot est conçu sans voiture grâce également à l'offre alternative de transport disponible au centre-ville de Zurich.

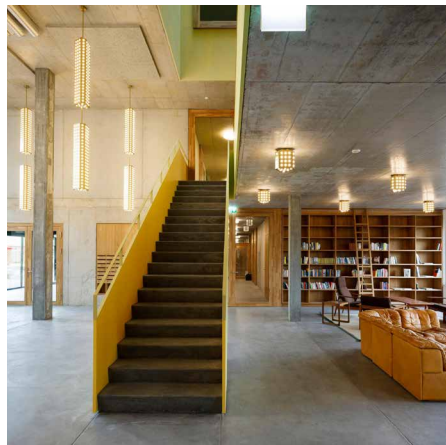
Comme vu dans la sous-partie traitant des matériaux, les logements peuvent être librement cloisonnés tout au long de la vie du bâtiment. Le plan est très hétérogène car il souhaite proposer le plus de possibilité et de multifonctionnalité possible afin encore une fois de garantir la durabilité du bâtiment. Cependant ceci est sensible dans la façade qui a une élévation pour le moins irrégulière, notamment la grande salle de cinéma au rez-de-chaussée qui modifie toute la trame de la façade. Puisque la façade est non porteuse, elle est libre dans ses ouvertures et les fenêtres peuvent être tantôt superposées, tantôt décalées.

182. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

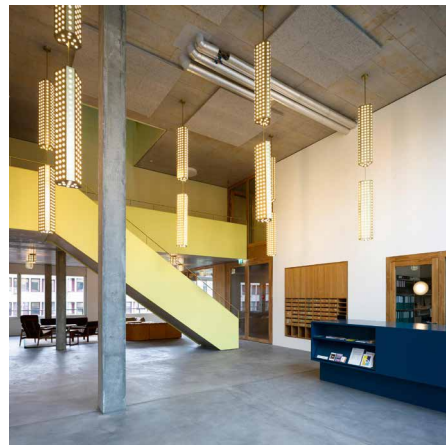
183. Ibidem

Figure 4.3.3.e. et 4.3.3.f Vues du hall d'entrée.

Source: Müller Sigrist.



4.3.3.e

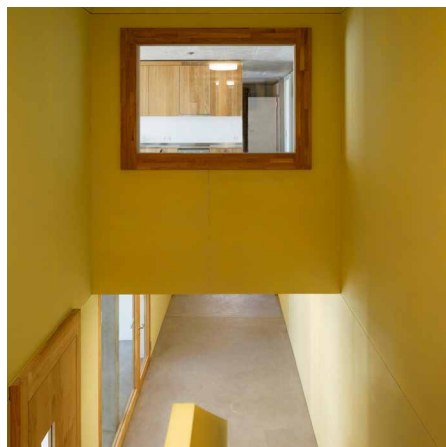


4.3.3.f

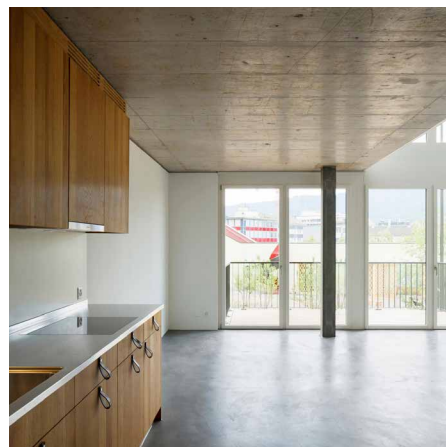
Figure 4.3.3.g. Vue des puits de lumière dans la rue centrale. Source: Müller Sigrist.

Figure 4.3.3.h. Vue de la salle commune.

Source: Müller Sigrist.



4.3.3.g



4.3.3.h

4.3.3.C MIXITE ET MOBILITE

Les commerces se situent dans les trois premiers niveaux de l'immeuble donnant sur la rue et sont de tailles variées. Plusieurs restaurants et fast-food animent la rue de long ainsi que le cinéma Houdini géré par l'entreprise Neugass Kino-AG est constitué de cinq petites salles. On y trouve aussi un commerce de primeurs, le grand café Bebek, deux autres bars, un fleuriste, d'autres boutiques et la pension Kalkbreite. Pour compléter l'offre, on peut y déposer son enfant dans une crèche, aller dans un cabinet de médecine générale et dans la maison de naissance Delphys. La Banque Alternative Suisse et Greenpeace Suisse sont logés au premier et au deuxième étage à côté d'autres petites entreprises de service. On peut vraiment dire que cet îlot est un pôle complet d'activité et fait preuve d'une grande mixité dans ses services.

Il s'agissait d'une exigence du programme du concours de proposer une manière innovante de relier entre elles les différentes formes d'habitation du bâtiment et d'en proposer une grande variété. C'est à partir de cela que le bureau Müller Sigrist a proposé de relier ces éléments par un ruban de distribution interne qui traversera l'entièreté du bâtiment du manière ininterrompue. Ce ruban trouve son accès principal dans le hall d'entrée au premier niveau sur cour, figures 4.3.3.e et 4.3.3.f. C'est une vraie *promenade architecturale* que propose ce bâtiment. La rue est d'ailleurs éclairée régulièrement par l'intermédiaire de 4 puits de lumière remontants jusqu'à la toiture. On peut les voir très distinctement dans la coupe figure 4.3.3.g. Ces puits permettent non seulement d'amener de la lumière mais ils ont aussi un rôle tout particulier dans le jeu des relations de voisinage. Ils donnent en effet directement vue sur les espaces de circulation et la cuisine des appartements voisins et permet de se retrouver face à son voisin à travers le puit, figure 4.3.3.g. La lumière naturelle dans cet espace de circulation est également amenée par les salles communes qui ponctuent régulièrement de points lumineux et vivants la rue centrale. On peut directement voir à travers les salles communes la cour intérieure de l'immeuble. Ces salles communes se développent sur deux étages avec un balcon, voir figure 4.3.3.g.

Je souhaite revenir rapidement sur le hall d'entrée qui est beaucoup plus qu'un simple espace de distribution. Il accueille également un grand espace avec canapés et bibliothèque mis à disposition de toute la communauté et des visiteurs. On y trouve également un service à la communauté avec une réception ouverte toute la journée permettant de gérer l'entretien de l'immeuble, le système de réservation des chambres d'hôtes et diverses prestations utiles dans le quotidien. C'est un service qu'on pourrait considérer comme de luxe dans un lotissement mais qui est possible par le fait que les loyers sont très bas¹⁸⁴. Lorsque j'ai visité ce bâtiment, cet espace m'est apparu comme un vrai espace de vie, confortable, chaleureux et lumineux, vivant notamment par le fait que plusieurs enfants faisaient des jeux dans les escaliers et les allées.

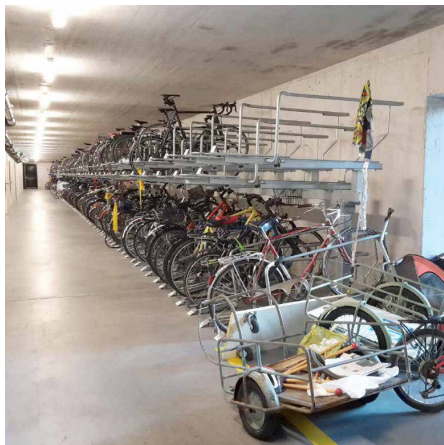
184. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

Figure 4.3.3.i. Place de stationnement pour les vélos.

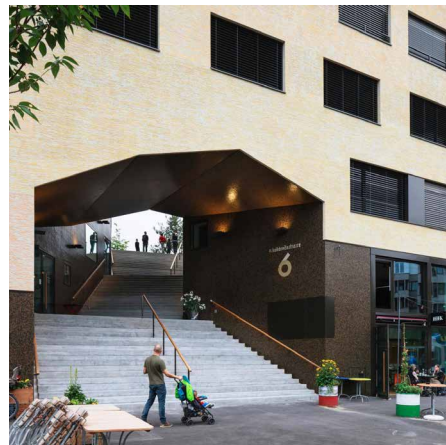
Source: Ouest Lausannois, 2016.

Figure 4.3.3.j. Passage de la rue vers la cour intérieure.

Source: Müller Sigrist



4.3.3.i



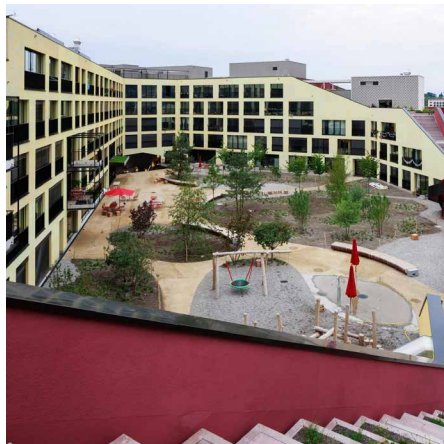
4.3.3.j

Figure 4.3.3.k. Toiture accessible.

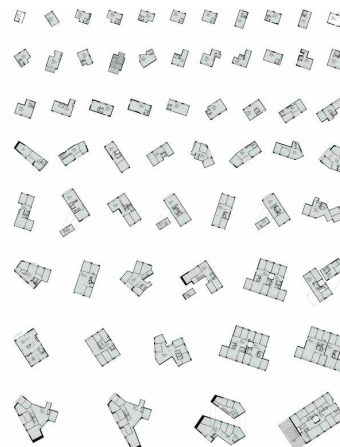
Source: Müller Sigrist.

Figure 4.3.3.l. Tous les types de typologies.

Source: Müller Sigrist.



4.3.3.k



4.3.3.l

On peut remarquer un bel investissement des habitants dans la recherche de la limitation des modes de mobilité individuels polluants notamment par le fait que l'ensemble du lotissement est non motorisé, c'est donc un renoncement total de la voiture pour chacun des habitants et employés présents sur le site. En contrepartie, de grandes surfaces de stationnement pour les vélos sont aménagées en rez-de-chaussée et peuvent accueillir 300 vélos, voir figure 4.3.3.i¹⁸⁵.

Un dernier élément qui trouve entièrement sa place dans le thème de la mixité sont les aménagements extérieurs sur les toits et la cour. Ils font partie intégrante des ambitions d'intégration de mixité dans le projet. Face à la pauvreté en espace vert du quartier le fait de transformer la cour intérieure de l'îlot en salon de verdure s'est révélé tout naturel pour les acteurs de la coopérative comme pour les architectures. Cet espace est donc semi-public car accessible à tous en montant les escaliers de la rue, voir figure 4.3.3.j, mais on ressent qu'il est tout de même réservé principalement aux habitants de l'immeuble par le fait que l'on s'y sent très «regardé» par les fenêtres des habitations du côté nord de la cour, figure 4.3.3.k. Les espaces de terrasse en toiture sont quant à eux uniquement réservés à l'usage des locataires qui contribuent à leur aménagement et à leur entretien. Les coopérateurs y ont aménagé un petit potager collectif sous forme de platebande sur-élevées afin de pouvoir jardiner ensemble, cependant celui-ci reste petit. En revanche, un espace de sauna est mis à disposition pour les habitants de l'immeuble ce qui est assez exceptionnel comme prestation¹⁸⁶.

La modération des loyers est également essentielle pour garantir une mixité sociale de bonne qualité et une bonne intégration dans le quartier. C'est pourquoi les loyers s'élèvent à 2000 CHF pour un appartement de 100 m² et une base de prix de 250 à 300 CHF le mètre carré par an pour les espaces de bureau et atelier. C'est en effet un prix très avantageux en comparaison du fait que c'est une construction neuve et en plein centre-ville. Comme pour toutes les coopératives, la personne souhaitant intégrer un logement en location dans le lotissement doit d'abord acquérir des parts sociales avant de pouvoir accéder aux loyers avantageux et à tous les autres avantages apportés par ce type de démarche. Dans la cas de Kalkbreite, ces parts sont calculées en fonction de la surface du logement souhaité à hauteur de 260 CHF le mètre carré¹⁸⁷. Ceci est un peu différent du système de Cressy et de Soubeyran qui fonctionnent sur des parts en fonction du nombre de pièce.

185. « Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives » WIEDMANN Ruedi
Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

186. Ibidem

187. Ibidem

4.3.3.D ENERGIE

Les besoins en chauffage du bâtiment sont modestes du fait qu'il est suffisamment bien orienté, isolé, compact et occupé pour n'avoir que de très peu de chauffage. Il est assuré par une pompe à chaleur qui cherche l'eau dans la nappe phréatique en dessous. Quatre pompes à chaleur permettent de produire l'eau chaude sanitaire en exploitant en partie la chaleur résiduelle du système de refroidissement industriel, du congélateur communautaire et de l'air vicié de la ventilation. Une installation photovoltaïque fournit une partie du courant consommé par les pompes à chaleur et les installations de ventilation, cependant elle reste très peu développée.

La coopérative suit les exigences techniques de la société à 2000 watts et encourage ces locataires à ménager les ressources. Le principe de la société à 2000 watts est simple : ceux sont les hommes et les femmes qui s'engagent dans la recherche et la création d'un cadre de vie agréable qui puisse être conservé dans la durée. Pour cela il s'agit de puiser dans les ressources disponibles et de les répartir de manière équitable. L'idée et de comprendre que la qualité de vie n'est pas reliée à une course au confort mais plutôt à une philosophie. Celle-ci se construit autour de trois stratégies: l'efficacité, la cohérence substitution et la sobriété¹⁸⁸. La société à 2000 watts constitue une sorte de modèle politique et énergétique et a été développé dans les années 1990 à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich. Ce modèle se base sur le constat que actuellement en Occident, un individu moyen consomme environ 6000 watts (ceci est calculé en énergie primaire). L'idée est que ces individus doivent diviser cette consommation par trois pour atteindre la moyenne des 2000 watts. On est en mesure de savoir aujourd'hui que la consommation moyenne des individus dans le monde est environ de 2500 watts¹⁸⁹. On comprend donc que les différences d'accès à l'énergie sont donc considérables entre les pays. Il s'agit en effet de quelques centaines de watts par habitants dans les pays en voie de développement alors que dans les pays développés on consomme parfois près de huit fois plus d'énergie par habitant. Ce que ce modèle défend est donc que les ressources devraient être mieux réparties de manière globale et équitable entre tous les individus afin à la fois de réduire les inégalités mais aussi de réduire la pollution et les émissions de gaz à effet de serre. Il soutient également le fait que ces 2000 watts devront être produits à 25% à partir d'énergie fossiles, afin de ne pas extraire plus de matière fossile qu'il n'en est produit naturellement chaque année, et à 75% à partir d'énergies renouvelables.

Un autre élément sur lequel le modèle de la société 2000 watts ne s'appuie pas beaucoup mais que j'ai pu lire dans d'autres références comme dans le livre *Facteur 4* par les auteurs Ernst VON WEIZSACKER et Amory et Hunter LOVINS est qu'il y est en effet nécessaire de moins consommer d'énergie mais aussi de mieux la consommer¹⁹⁰. Comme il a été vu dans le chapitre sur la stratégie de l'eau en partie 3, les principes de rendre plus efficace

188. «Dans la société à 2000 watts»
Société 2000 watts
www.2000watt.ch/fr/ consulté le
26.11.2017

189. Ibidem

190. « Facteur 4, Deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources »
VON WEIZSACKER Ernst U. et LOVINS, Amory B. et L. Hunter, traduit de l'anglais par Pierre Bertrand en 2006
Mens : Terre Vivante, 1997.

des systèmes de convoyage de l'énergie et les équipements qui la consomment est aussi au centre des problématiques permettant d'atteindre le but des 2000 watts consommés par individu. En faisant attention à mieux produire et stocker ces ressources on peut déjà éviter le gaspillage par perte dans cette manutention. C'est à dire qu'il faut encourager à produire les ressources de manière locale pour limiter cette première source de gaspillage. Ensuite il s'agit d'utiliser les ressources à la base de manière plus efficace en améliorant les rendements des équipements et en supprimant le superflu.

4.3.4. REGARD SUR L'ARCHITECTURE DU PROJET

En se promenant dans ce bâtiment, on peut profiter de la luminosité de sa grande rue centrale à travers les ouvertures zénithales régulières, des points de vues vers la cour intérieure verdoyante à travers les salles communes, des locaux de buanderie côtoyant des espaces d'atelier, du cheminement en toiture, des commerces variés dans les étages inférieurs. Face à de telles prestations, on peut penser au premier regard lors d'une visite que c'est un immeuble de luxe mais non, bien au contraire, c'est dans une coopérative d'habitation. La qualité de ce projet se trouve dans la compréhension de ce que veut dire habiter. Ce n'est pas uniquement se loger mais c'est aussi se parler, apprendre à se connaître, partager, mutualiser les choses et rester sobre dans le respect des ressources.

Les architectes et les maîtres de l'ouvrage ont décidé de ne pas avoir recours à une entreprise générale pour la phase d'exécution du projet mais bien d'assumer toutes les phases de la construction jusqu'à la remise des locaux afin de garder le plus de flexibilité possible dans tous leurs choix. Ils ont en effet pu se garder une grande marge de manœuvre jusqu'à certaines phases avancées du projet ce qui leur a permis de choisir certains éléments plutôt que d'autres en ayant connaissance de l'avancement des dépenses pour le projet, ce qui n'aurait pas été possible avec une entreprise générale. On peut citer comme exemple le choix en dernière minute de chêne massif comme matériaux pour les cuisines ou encore quelques changements dans l'aménagement intérieur pour mieux regrouper les logements.

En comparaison avec les deux études de cas étudiées en début de cette partie, on peut remarquer que l'aspect technique quant aux stratégies écologiques vues en partie 3 sont moins considérées et abouties que pour les deux autres projets. Ceci est notamment dû au fait que le cahier des charges lors du concours mettait moins l'accent sur l'aspect écologique que sur les exigences sociales et l'apport d'une mixité forte dans le projet. Cependant, ce projet est d'après moi un savant mélange de logements avantageux, d'une large offre culturelle et de services collectifs, de commerces et de restaurants qui produit un lieu hautement qualitatif et urbanisé. Il démontre tout le potentiel d'une mixité d'usages résidentiel, professionnel et communautaire tout en ayant à l'esprit les problématiques énergétiques. Les habitants de l'immeuble ne sont pas les seuls à en profiter mais plus largement tous les habitants du quartier. C'est une belle réaction à la complexité du lieu et donne de la force à cette forme dans ce quartier animé de Zurich, somme toute un projet très abouti.

4.4. SYNTHÈSE

A travers l'étude de cas de ces trois projets, l'immeuble Equilibre de Cressy, l'immeuble Equilibre et Luciole de Soubeyran et l'immeuble Kalkbreite, on remarque bien que les stratégies énoncées dans la partie 2 peuvent être mises en œuvre de manières différentes selon les choix et les objectifs des coopérateurs ainsi que le lieu dans lequel s'implante le projet. Cependant l'objectif commun de chacun de ces projets est de construire pour l'avenir dans un souci de réduction de la consommation d'énergie et d'encouragement à la vie ensemble.

Dans le cas de l'immeuble Equilibre de Cressy à Genève, la prise de position du maître d'ouvrage était de demander aux architectes du bureau atba de simplifier les formes du bâtiment au maximum afin d'optimiser les volumes et de limiter les surcoûts dus aux choix architecturaux. Le but poursuivi était donc de donner plus d'importance et de budget à l'efficacité énergétique du bâtiment et aux matériaux plutôt qu'à son originalité architecturale. Ces choix ont mené le projet à être très fonctionnel et de très bonne qualité au niveau de ses matériaux et de ses systèmes techniques. On peut relever comme originalité du projet l'intégration des toilettes sèches dans un immeuble collectif de plusieurs étages qui est une première en Suisse à l'époque de la construction du bâtiment en 2006. On peut aussi remarquer la démarche participative intégrée au projet durant le déroulement du chantier qui a grandement participé à la constitution à la cohésion du groupe. C'est donc un projet empreint de valeur technique qui constitue ce bâtiment exemplaire de Cressy.

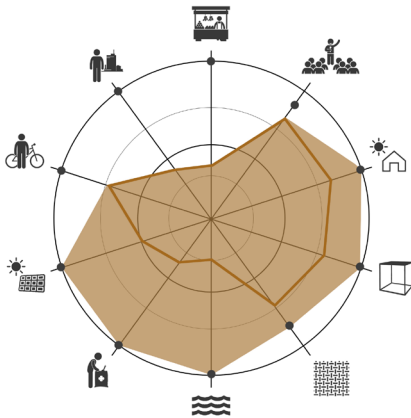
L'immeuble Equilibre de Soubeyran à Genève se différencie du cas précédent car il a dû adapter ses stratégies à une échelle de bâtiment plus grande, cependant ces principes techniques notamment dans les techniques de gestion des eaux usées, de l'emploi des matériaux de construction et du chauffage sont tout à fait remarquables. Également le projet montre un réel effort dans la conception de ses espaces communs et dans la construction du vivre-ensemble collectif dans le projet. Le projet a su prendre un parti-pris architectural qui a pu générer une réelle qualité à la fois dans le confort proposé aux habitants, dans la durabilité de ses matériaux et dans l'esthétique des espaces.

Légende:

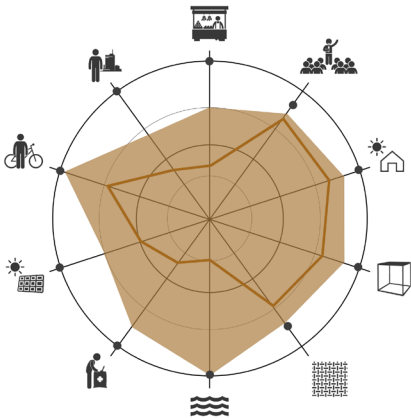
- Valeur maximale obtenue sur l'un des 3 projets.
- Valeur minimale obtenue sur les 3 projets.

Figure 4.4.1. Graphique comparatif de l'immeuble de Cressy.

Figure 4.4.2. Graphique comparatif de l'immeuble de Soubeyran.



4.4.1



4.1.2



4.4.3

Figure 4.4.3. Graphique comparatif de l'immeuble Kalkbreite.

- Mixité fonctionnelle
- Vie en communauté
- Architecture bioclimatique
- Compacité
- Matériaux
- Gestion de l'eau
- Autoproduction
- Energie
- Mobilité
- Rapport à l'architecture

Le troisième objet de l'étude de cas est l'immeuble collectif Kalkbreite de Zurich. La grande différence de ce projet en comparaison des deux autres objets d'étude est que la parcelle a fait l'objet d'un concours d'architecture. On remarque après analyse du projet que ce processus a permis de gagner une réelle qualité dans le projet par le fait que les architectes étaient mis en concurrence et donc les exigences vues à la hausse. La réponse architecturale de ce projet est donc de plus haut niveau que les précédentes, la mixité sociale et la multifonctionnalité sont très bien conçues, cependant les aspects techniques notamment du point de vue de la gestion des eaux, de l'autoproduction de biens ou d'énergie sont moins développés que dans les autres cas d'étude.

Face à la complexité de la question de pouvoir comparer de manière objective ces différents projets, j'ai choisi de définir un certain nombre de critères en rapport avec les différentes stratégies abordées en partie 2 et 3. J'évaluerai de manière objective les projets en fonction de ces critères d'après l'étude qualitative et globale que j'ai faite durant cette partie.

Les diagrammes des figures 4.4.1, 4.4.2 et 4.4.3 ci-contre permettent de comparer de manière rapide les trois projets de l'étude de cas selon 10 critères, la mixité fonctionnelle, la vie en communauté, l'architecture bioclimatique, la compacité du bâtiment, les matériaux employés pour la construction, la gestion de l'eau, l'autoproduction, la production d'énergie, la mobilité et le regard apporté à l'architecture. Dans le cas du graphique qui concerne le bâtiment de cressy, on remarque bien que ses points forts se situent dans les domaines du matériau, des énergies et de l'architecture bioclimatique. Dans le cas du graphique concernant l'immeuble de Soubeyran, on voit que la plupart des critères sont assez bons sans vraiment atteindre d'excellence dans aucun domaine. Le graphique de l'immeuble Kalkbreite montre clairement qu'il remplit très bien les critères de mobilité, de mixité et de vie en communauté.

Ainsi quand on regarde rapidement les trois diagrammes on se rend compte qu'en les superposant on peut obtenir la quasi totalité des critères à leur maximum, cependant aucun des immeubles ne les remplit tous. En trait fort sur les diagrammes, on peut voir la zone des critères que chacun des trois projets remplit, on peut remarquer que la forme qui en résulte pointe davantage sur les trois suivants: vie en communauté, architecture bioclimatique, matériaux, compacité et mobilité. Ces critères sont en effet ceux qui reviennent le plus souvent dans la conception d'un habitat durable et écologique, cependant il faut avoir comme objectif de pouvoir pousser l'ensemble des critères au mieux dans un même projet. C'est donc l'objectif que je me suis fixé pour mon projet de master et j'imagine pouvoir l'évaluer selon les mêmes critères.

5. ANALYSE ET CHOIX DU SITE DU PROJET DE MASTER

5.1. OBJECTIFS

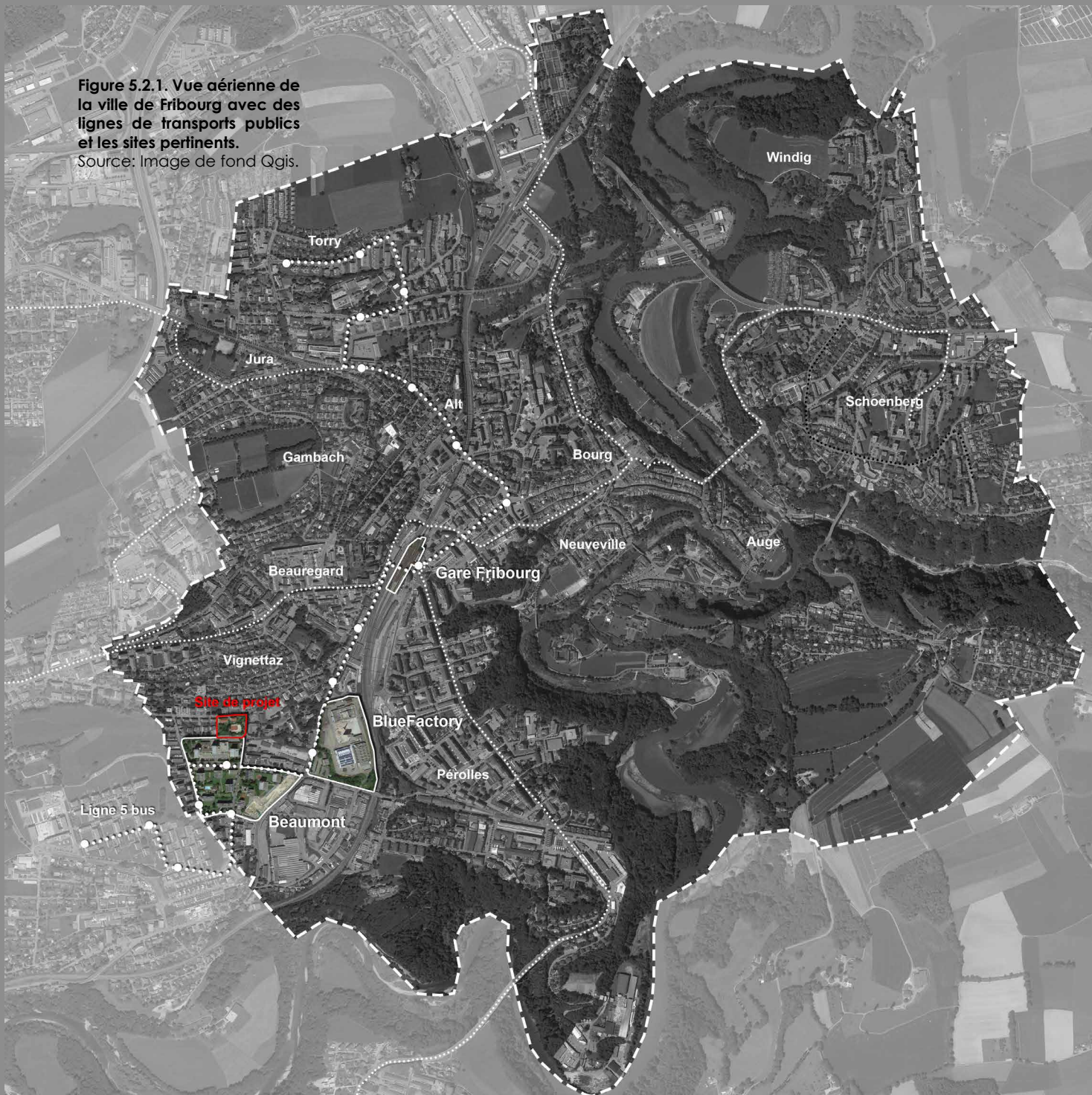
Dans mes premières réflexions sur la recherche du site idéal pour réaliser mon projet de master, j'ai en premier cherché à définir quels étaient mes objectifs pour ce projet. Assez vite je me suis rendue compte que la dimension concrète et technique m'intéressait et ceci m'a permis de définir que l'échelle de mon projet devait rester assez modeste afin de me permettre d'aller dans le détail du projet. Je pense également que cet objectif découle de ma problématique d'énoncé théorique qui est elle aussi plutôt pragmatique et technique. De plus le développement d'un projet autour de l'échelle d'un îlot me permet de mieux pouvoir traiter des usages de chaque surface à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments projetés afin de traiter des stratégies de mixité et du multi-usage vu dans le développement de l'énoncé théorique.

Mon objectif est donc de proposer un projet de master vraiment abouti qui aurait une dimension concrète et maîtrisée et dont les éléments seront directement inspirés des stratégies du faire ensemble et du faire écologique vues dans les parties 2 et 3. Les études de cas m'auront quant à elles permis de me donner des indications et des inspirations sur comment les mettre en œuvre.

Je souhaite donc concevoir un projet sous le modèle d'une coopérative d'habitation durable et écologique dont l'affectation des espaces encouragera la mixité en proposant des logements et des espaces commerciaux et communautaires. Ces activités seront à définir en fonction de ma ville d'implantation, du quartier et du terrain.

Figure 5.2.1. Vue aérienne de la ville de Fribourg avec des lignes de transports publics et les sites pertinents.

Source: Image de fond Qgis.



5.2. LA VILLE DE FRIBOURG

Je souhaite réaliser mon projet de master sur la ville de Fribourg et ceci pour plusieurs raisons. Tout d'abord elle est très bien desservie par les transports publics, on peut rejoindre la ville de Bern avec le train en 20 minutes, Bulle en 40 minutes et Lausanne en 45 minutes. Les transports au sein de la ville sont bien organisés et performants et la ville en elle-même est de taille modeste tout en assurant un bon dynamisme dans ses activités et son développement. Ainsi la plupart des terrains dans la ville, construits ou non construits, sont bien desservis par les transports publics et relativement proches du centre-ville.

Egalement j'ai choisi cette ville car elle développe actuellement des quartiers importants proches de toutes commodités notamment le quartier de Perolles, celui de Beaumont et de Vignettaz, voir figure 5.2.1, ce qui propose de belles possibilités que nous allons aborder plus précisément dans la suite de cette partie. La politique cantonale du service des logements a pour but d'améliorer la qualité du marché des logements dans l'ensemble du canton et ceci afin de garantir la présence d'une offre suffisante sur le marché et d'œuvrer à ce que le prix des loyers reste modéré¹⁹². C'est en effet ce que l'on peut remarquer dans la figure 2.2.1 en remontant dans la partie 1, le canton de Fribourg est le canton en Suisse ayant la plus grande proportion de bâtiments nouvellement construits (entre l'an 2000 et aujourd'hui), représentant environ 22% de sa surface bâtie. Sur la ville de Fribourg uniquement, l'ensemble des PAD prévus à ce jour amèneraient environ 5000 logements supplémentaires à la ville¹⁹³. Du fait que la ville est de taille modeste mais avec une demande en logement croissante, elle ne comporte que très peu de terrains libres et proches du centre-ville en inactivité. Elle encourage donc à densifier des terrains déjà construits.

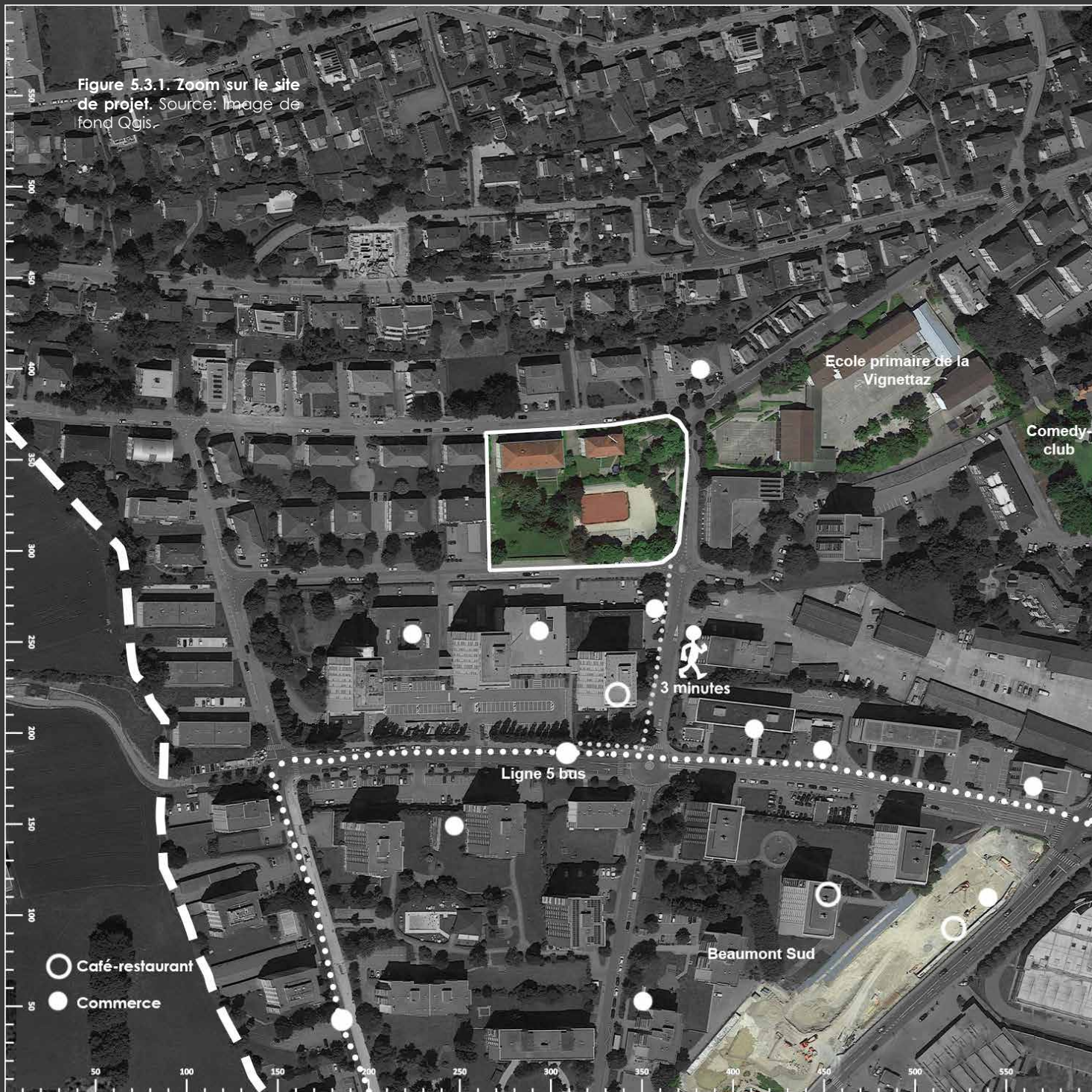
C'est également une ville très dynamique et engagée dans la démarche de la construction durable avec son projet de quartier d'innovation BlueFACTORY qui est en cours de réalisation sur l'ancien site de l'usine Cardinal. Le Smart Living Lab de l'EPFL a également choisi de s'installer prochainement sur ce terrain. C'est donc dans cet élan novateur que lance la ville de Fribourg que j'ai décidé d'inscrire mon projet de master d'habitat collectif coopératif durable et écologique qui incarne en lui même tous les objectifs de la ville.

Je me suis donc tournée vers le service de l'Edilité de Fribourg où j'ai trouvé des interlocuteurs très motivés. J'ai tout d'abord étudié le plan de zones mis à jour le 31 décembre 2016, que l'on peut trouver sur le site de la ville de Fribourg au lien suivant: www.ville-fribourg.ch avec le chemin suivant, Accueil>Officielle>Edilité>Urbanisme architecture>Urbanisme territoire>Plan aménagement. A l'aide des indications de zones j'ai pu ensuite me reporter au règlement communal d'urbanisme et avoir une première idée du site qui me conviendrait pour le projet de master.

192. «Service du logement Slog»
Etat de Fribourg
<http://www.fr.ch/slog/fr/pub/index.cfm> consulté le 30.10.2017.

193. Témoignage de Mr Fabrice Aubert, urbaniste à la direction de l'Edilité de Fribourg, lors d'un entretien.

Figure 5.3.1. Zoom sur le site de projet. Source: Image de fond Qgis.



5.3. PRESENTATION DU SITE CHOISI

5.3.1 CONTEXTE ET IMPLANTATION

Après une longue réflexion, le choix du site pour mon projet de master s'est orienté sur un terrain déjà construit dans le quartier de Beaumont, dans un îlot au nord des grandes tours de logements du quartier. Ce terrain est facilement accessible en transport public. L'arrêt de bus «Beaumont centre» se trouve à 3 minutes de marche vers le sud, entre les tours et mène à la gare en 6 minutes. Le trajet peut également être fait à pied en 15 minutes environ. Le quartier de Beaumont est en effet situé au sud-ouest de la ville à la frontière avec la commune de Villars-sur-Glâne qui est également desservie par la ligne de bus 5.

Sur la figure 5.3.1 on peut remarquer que le quartier est majoritairement constitué de villas dans la partie nord, d'immeubles de hauteur moyenne, 3 étages environ, vers le centre de l'image et de tours, 8 à 14 étages, dans la partie sud. Durant ma visite sur le site, j'ai trouvé cette zone plutôt calme, on s'y sent en sécurité et en zone résidentielle avec un trafic automobile modéré et peu de piétons. On peut voir sur le zoom que quelques commerces ponctuent l'espace public particulièrement autour des tours. Celles-ci ont en effet un socle constitué de commerces qui permettent de dynamiser le quartier. Quelques restaurants et cafés sont présents dans le quartier mais restent tout de même très éparés. J'imagine que le développement des prochains projets dans les îlots environnants le site vont permettre de rendre le quartier encore plus attractif et dynamique.

Sur le site sont également installées deux aires de jeux qui vont être rénovées dans les prochaines années et qui doivent être conservées dans le périmètre. Ces aires sont occupées par les habitants du quartier et les enfants de l'école. Un passage souterrain sous la route permet de relier l'école primaire de la Vignettaz au site. Elles sont en effet très importantes pour le quartier car elles constituent le seul espace de jeux public. En effet les aménagements extérieurs des bâtiments environnants sont assez pauvres en diversité et peu aménagés. Il n'y a pas vraiment de parc à disposition dans le quartier, c'est pour cela qu'il est également intéressant d'aménager ce site afin de palier à ce manque.

De manière générale, le relief du quartier est plutôt vallonneux et le site est plutôt situé en partie basse de son environnement, il doit donc réussir à avoir une identité propre pour contrebalancer cette différence de niveau. Les bars d'immeubles au sud du zoom sont quant à elles en partie haute et les villas au nord du zoom à mi hauteur.

Figure 5.3.2. Plan et visualisation du projet lauréat du concours de l'école primaire de la Vignettaz.

Source: rapport du jury du concours



5.3.2

Figure 5.3.3. Visualisation du concours.

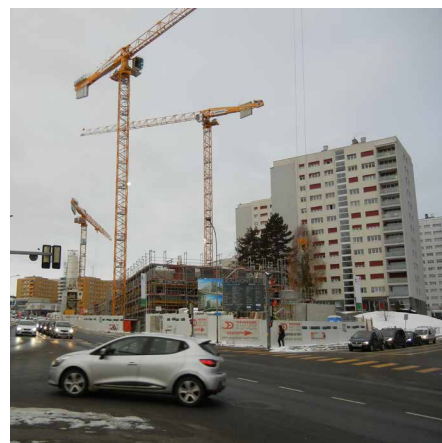
Source: Proxiland

Figure 5.3.4. Photo du chantier en début décembre 2017.

Source: Photo de l'étudiante



5.3.3



5.3.4

L'école primaire de la Vignettaz se trouve à proximité directe du terrain et va prochainement être rénovée avec la construction de deux nouveaux bâtiments au sud et à l'ouest de la parcelle. Vous pouvez voir en figure 5.3.2 le plan ainsi que deux images de rendu du concours. Ce projet vient en liaison avec la rénovation d'un terrain privé plus au sud pour lequel je n'ai pas plus d'information.

Plus au sud le long de la route de la Glâne est également en construction une série de deux immeubles de logement de 6 à 8 étages sur un rez-de-chaussée composés de commerces et/ou de locaux administratifs, figure 5.3.3 et 5.3.4. Ce projet, construit par l'agence immobilière Proxiland, s'appelle Beaumont sud et comprend 142 logements¹⁹⁴. Il a été construit après démolition de 6 villas et petits immeubles et d'un grand immeuble qui semblait avoir des activités de bureaux ou de production.

Ces deux projets montrent bien que le quartier de Beaumont est en renouvellement et en densification. Je souhaite que mon projet vienne en continuité avec cet élan vers la densification et le renouvellement de certains îlots de la ville. En effet la plupart des bâtiments construits dans ce quartier sont sortis de terre dans entre les années 1968 et 1975 à l'exception des villas qui sont plus anciennes et montrent aujourd'hui certains signes de vieillissement et de désuétude. Ainsi en proposant des solutions innovantes et alternatives pour construire en forte densité mon projet pourrait servir de modèle au renouvellement de ces quartiers en favorisant la mixité tout en respectant l'environnement.

194. « Fribourg (FR), Beaumont Sud - Location »
Proxiland
<http://www.proxiland.ch/fr/references/beamont.php>. consulté le 04.10.2017.

5.3.2 RELEVÉ PHOTOGRAPHIQUE

184

Croisement de la route de la Glâne avec la route de Beaumont



Vue des tours du quartier de Beaumont avec sur la droite la rue descendant vers le site



Vue de l'angle sud-est du site





Vue de l'angle nord-est du site



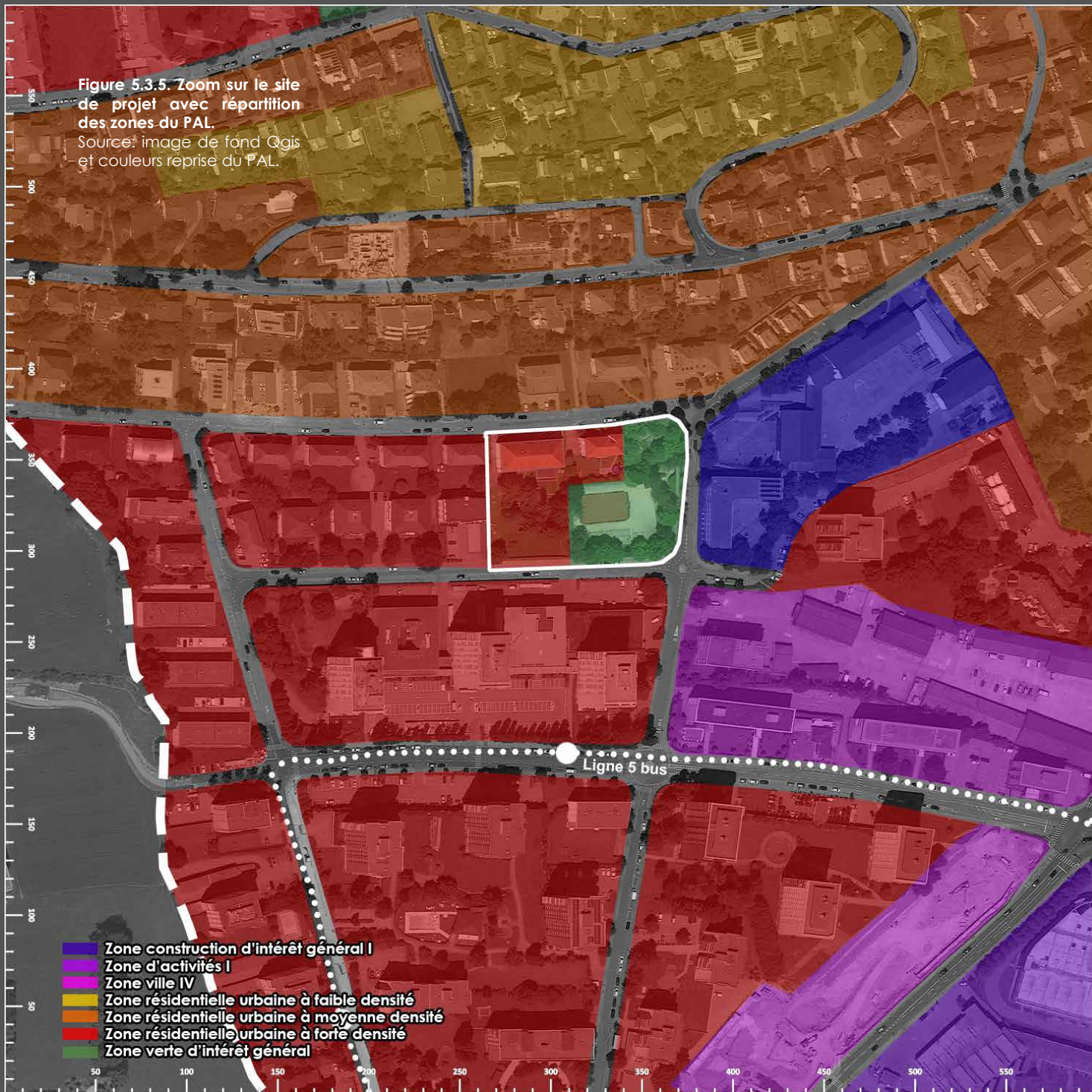
Vue de la grande place de jeux occupant la zone verte



Vue de l'angle sud-ouest du site

Figure 5.3.5. Zoom sur le site de projet avec répartition des zones du PAL.

Source: image de fond Ggis et couleurs reprise du PAL.



5.3.3 PLAN DE ZONE ET REGLEMENTATION

ETAT DE LIEUX ET ZONES

Les deux bâtiments construits sur le site ont été édifiés en 1968, ils ont donc 50 ans d'exploitation. On peut imaginer qu'ils ont été construits avec peu d'isolation et que leurs équipements sont désuets. Aucun des bâtiments n'a d'intérêt architectural particulier cependant durant ma visite du site j'ai pu remarquer que le bâtiment situé à l'ouest de la parcelle avait été récemment rénové notamment avec l'application d'une couche d'isolant à l'extérieur et un ravalement de façade. Le bâtiment à l'est de la parcelle est quant à lui moins entretenu. J'ai pu m'entretenir avec un habitant de l'immeuble qui m'a indiqué qu'il n'y avait pas de rénovation prévue sur l'immeuble.

La figure 5.3.5 permet de mettre en évidence les zones du Plan d'Aménagement Local (PAL) avec les bâtiments. On remarque donc que le site est composé de deux zones à part quasiment égale. La partie ouest est en zone résidentielle urbaine à forte densité et la partie est en zone verte d'intérêt général. D'après le cadastre qui m'a été transmis par Fabrice Aubert, le site est composé d'un ensemble de 4 parcelles. Les trois parcelles 10 204, 10 205 et 10 206 sont en zone résidentielle à forte densité. Elles mesurent respectivement 1277 m², 1707 m² et 964 m², figure 5.3.6. La parcelle 10 207 est en zone verte uniquement et mesure 3 127 m². Au total le site mesure donc 7075 m² dont 3948 m² de zone résidentielle à forte densité.



Figure 5.3.6. Extrait du cadastre avec les zones.
Source: Extrait du cadastre transmis par la ville.

REGLEMENTATION

D'après le *chapitre 9 - Zone résidentielle urbaine à forte densité (ZRU III)* du PAL de la ville de Fribourg en page 55 et 56, les réglementations pour la construction dans ces zones sont les suivantes:

«Art. 106 Destination

1 La zone résidentielle urbaine à forte densité est destinée aux bâtiments d'habitation collective.

2 Y sont également admis à raison d'une surface maximale équivalant à celle d'un niveau:

- a) les activités à faibles nuisances;
- b) les commerces d'intérêt du quartier.

3 Des bâtiments ou installations de plein air qui ne correspondent pas à la destination de la présente zone peuvent y être érigés ou aménagés à titre exceptionnel. Les conditions en sont les suivantes:

- a) ces ouvrages doivent répondre à un intérêt général ou présenter un intérêt important pour la collectivité;
- b) ceux-ci doivent s'intégrer d'une manière harmonieuse dans le milieu bâti environnant, tant du point de vue de l'implantation, de la volumétrie et du façonnage architectural des bâtiments que de l'aménagement de leurs espaces extérieurs;
- c) leurs fonctions ne doivent générer que de faibles nuisances.[...]

Art. 108 Indice d'utilisation

Indice maximal d'utilisation est de 0,85.

Art. 109 Taux d'occupation du sol

Le taux maximal de l'occupation du sol est de 25%.[...]

Art. 111 Nombre de niveaux d'un bâtiment nouveau

1 Le nombre de niveaux d'un bâtiment nouveau est limité à six.

2 Une dénivellation des planchers est admise. Il ne saurait toutefois en résulter un niveau supplémentaire, total ou partiel utilisable à des fins d'habitation et de travail.»

D'après le *chapitre 18 - Zone verte d'intérêt général (ZVIG)* du PAL de la ville de Fribourg à la page 99, les réglementations pour la construction dans ces zones sont les suivantes:

«Art. 176 Destination

1 La zone verte d'intérêt général est destinée aux espaces servant aux activités sportives et de délassément en plein air.

2 Elle comprend également des emplacements de verdure à titre d'espaces tampons.

Art. 177 Construction

- 1 Seules les constructions liées à la destination de la zone sont autorisées.
- 2 Les constructions entièrement souterraines liées à la destination de la zone ou présentant un intérêt général sont autorisées. Les installations hors terre nécessaires à leur accès, à l'aération et à l'éclairage naturel ou artificiel doivent être limitées.
- 3 Toute construction doit tenir compte du caractère de la zone, voire du site le cas échéant.»

D'après la réglementation il est donc possible de construire 3356 m² (3948*0.85) de surface brute de plancher sur 987 m² au sol (3948*0.25) avec une hauteur maximale de 6 niveaux.

Les deux bâtiments existants mesurent au sol 450m² pour le bâtiment de la parcelle 10 204 et 185 m² pour la parcelle 10 206, soit 635 m² au total. Les combles des bâtiments existants ne semblent pas aménagés. Ils s'élèvent sur 2 étages au dessus du rez-de-chaussée. En calculant de manière rapide on peut trouver que le bâtiment de la parcelle 10 204 mesure environ 1350m² de surface brute de plancher et celui de la parcelle 10 206 mesure environ 555m². Soit un total de 1905 m² de surface brute de plancher au total ce qui est déjà 1451 m² en dessous de la réglementation. La parcelle propose donc d'ores et déjà un réel potentiel de densification pour le quartier.

HYPOTHESE 1

Dans cette première hypothèse, s'il s'agissait uniquement de vouloir profiter de ce potentiel de densification sans détruire les bâtiments existants, l'intervention pourrait consister en:

1. Une surélévation d'un ou des deux bâtiments existants sur le site de deux à trois étages.
- Ou
2. La construction d'un bâtiment sur 352 m² (987-635) au sol avec 4.2 étages ((3356-1905)/352).

Cependant, ce type d'intervention paraîtrait superficiel dans ce contexte de renouvellement urbain de la zone. Egalement la vétusté et les nombreux avantages qu'une intervention pourrait apporter dans ce quartier justifient que la réflexion de ma démarche proposent d'autres hypothèses plus fortes.

5.4. HYPOTHESE ET FAISABILITE

5.4.1. INDICE D'UTILISATION DU SOL

HYPOTHESE 2

Dans cette hypothèse, on peut imaginer qu'il est possible de considérer l'ensemble du terrain, y compris la parcelle en zone verte d'intérêt public pour réévaluer le calcul de l'utilisation des sols. Cette hypothèse est valable dans le sens où, comme nous l'avons vu précédemment, le quartier est en mutation et en renouvellement dans le but de densifier la zone. De plus des bâtiments de grande hauteur sont déjà présents à proximité directe du site et peu de transition entre ces hauts bâtiments et les zones pavillonnaires au nord du site sont faites. Un projet dense à hauteur moyenne permettrait de rendre plus douce la transition entre les bâtiments de grande hauteur et les zones pavillonnaires, sachant que la ville de Fribourg souhaite voir se densifier ce quartier. Néanmoins, la surface de la zone verte sera conservée et gardera sa fonction car il est indéniable qu'elle est d'intérêt public pour les habitants du quartier et pour les écoliers à proximité.

Ainsi en réévaluant les calculs de surfaces, il serait possible de construire 6014 m^2 (7075×0.85) de surface brute de plancher soit environ le triple de la surface brute de plancher actuellement construite sur le site. Le taux d'occupation des sols serait de 1769 m^2 (7075×0.25) soit également un peu plus du triple de l'occupation du sol actuelle.

Dans cette hypothèse, il serait donc possible de construire un immeuble sur une surface au sol de 1134 m^2 ($1769 - 635$) avec 2.32 étages ($(6014 - 1905) / 1769$) dans l'absolu ou bien un immeuble sur une surface au sol de 450 m^2 (la même taille que celui existant sur la parcelle 10 204) avec environ 9 étages ($(6014 - 1905) / 450$).

Cependant je pense que'il n'est pas intéressant et suffisamment fort de construire un troisième bâtiment sur ce site dans la mesure où il serait intéressant de remanier l'ensemble du site en amenant des réflexions nouvelles sur son utilité dans le quartier et pour ses habitants. Je pense donc au contraire que c'est bien l'ensemble de l'ilot qui doit être reconsidéré et qu'il est également nécessaire de construire plus haut que les bâtiments existants sur le site. Il est important de limiter l'emprise au sol des bâtiments pour permettre à la zone verte de rester entièrement ouverte au public mais aussi pour que les bâtiments construits sur les parcelles en zone résidentielle à forte densité puissent avoir des espaces extérieurs suffisants pour ses habitants.

HYPOTHESE 3

Comme vu précédemment les deux bâtiments présents sur le site sont en exploitation depuis 50 ans. L'immeuble construit sur la parcelle 10 204 semble en bon état et entretenu, cependant le second sur la parcelle 10 206 est bien moins entretenu. Il est également de petite taille ce qui va à l'encontre de la politique de densification du quartier qui souhaite plutôt y voir construire un bâtiment ayant une plus grande capacité de logement. Dans cette hypothèse je propose donc de démolir ce bâtiment afin de permettre la conception d'un bâtiment neuf à la place, ce qui favorisera l'accueil de ses habitants dans de meilleures conditions et de manière plus respectueuse de l'environnement. Le bâtiment de la parcelle 10 204 serait conservé.

Pour limiter le taux d'utilisation du sol je souhaite garder l'ancienne valeur de 987m² produit par le calcul du taux d'occupation du sol à 25% uniquement sur les parcelles en zone résidentielle à forte densité et donc de ne plus compter la surface de la zone verte dans mon calcul. L'idée est de pouvoir laisser de l'espace aux aménagements extérieurs pour qu'ils soient de qualité.

En conclusion le projet peut occuper le sol sur 537 m² (987-450) avec une surface brute de plancher de 4664 m² (6014-1350). Le nombre d'étages se situerait entre 8 et 9 niveaux (4664/537), ce qui peut paraître correct pour une hauteur de bâtiment afin de pouvoir faire la transition avec les tours du quartier Beaumont. Cependant ceci ne veut pas dire que le projet ne sera constitué que d'un bâtiment, il pourrait aussi se scinder en deux.

HYPOTHESE 4

Etant donné que l'immeuble de la parcelle 10206 est déjà habité et propose certainement des loyers modérés à ses habitants du fait de sa vétusté, il me semble nécessaire de réfléchir à un système de phasage dans le processus du projet afin qu'il soit possible de reloger les habitants de l'immeuble dans le nouveau bâtiment en construction le temps des travaux. Dans la mesure où je souhaite construire un bâtiment sur le modèle de l'habitat coopératif, la notion de phasage semble cohérent car les loyers sont modérés d'un côté comme de l'autre.

Pour ce projet de master, je vais certainement me permettre de prendre certaines libertés quant au remaniement des taux, des surfaces et des zones tout en ayant conscience que ceci n'est pas vraiment réalisable en réalité. Cependant le contexte du projet de master me permet de profiter de cette liberté dans l'intérêt du projet.

5.4.2. HYPOTHESE DE PROGRAMMES

D'après les éléments vus dans les parties précédentes de cet énoncé théorique, le projet doit garantir la mixité, la multifonctionnalité, une réponse cohérente aux stratégies écologiques citées et une intégration au contexte du site choisi dans le quartier Beaumont de Fribourg.

En réponse à ces questions, j'ai pour objectif d'intégrer des activités publiques de commerce ou d'atelier au projet, je peux imaginer que ceux-ci occuperaient le rez-de-chaussée et le premier étage de l'immeuble, soit environ 1100 m² de surface brute de plancher sous forme d'étages très aérés dans lequel les gens du quartier pourraient se promener et s'abriter. J'imagine également proposer des surfaces de bureaux sur l'équivalent de la surface d'un étage soit 550 m² de surface brute de plancher qui se situeraient dans les étages supérieurs ou bien dans certaines orientations du bâtiment. Les logements, espaces de circulation et collectifs se situeraient dans les étages, soit environ 3000 m² de surface brute de plancher. Ces logements seraient de différentes tailles, relativement denses avec une adaptation des principes de durabilité et d'écologie vus dans les parties 2 et 3 du traitement de la problématique, notamment au sujet de l'architecture bioclimatique et de la mixité.

Avec 3000 m² de surface brute de plancher, on peut imaginer construire environ 2550 m² de surface utile (3000 - 15%). Si je reprend le même ratio entre espace de logement et espace collectif que dans le projet de Kalkbreite, soit environ 3.6 %, je peux en déduire que les espaces collectifs dans mon projet seront d'environ 100 m². Avec les environ 2450m² restants il est possible de construire une multitude de type de logements.

Par exemple, pour un total de 2480 m², il serait possible de construire:

- 2 logements de 6.5 pièces d'environ 145 m².
- 4 logements de 5.5 pièces d'environ 125 m².
- 5 logements de 4.5 pièces d'environ 100 m².
- 6 logements de 3.5 pièces d'environ 80 m².
- 6 logements de 2.5 pièces d'environ 60 m².
- 10 unités de logement de 1 et 1.5 pièce d'environ 35 m².

Au niveau des espaces extérieurs, je souhaite qu'ils soient en symbiose avec le projet, que chacun soit dépendant de l'autre pour son fonctionnement. Les aires de jeux doivent être conservées et mieux mises en valeur dans le réaménagement des parcelles. Un jardin potager partagé définira une partie des aménagements extérieurs, une partie serait réservée uniquement aux habitants du projet et une autre pourrait être dévolue aux habitants du quartier. Ces chiffres seront certainement amenés à changer lors du développement du projet.

6. CONCLUSION

Ce travail m'a permis d'étudier et de rassembler des informations sur un grand nombre de sujets passionnants, dont j'ai tiré des enseignements pour cet énoncé théorique mais aussi pour ma culture personnelle. J'ai développé des réflexions critiques et personnelles en m'inspirant de concepts tirés d'ouvrages et de sources internet qui me permettent d'avoir une vision que je pense aujourd'hui assez globale et complète sur le sujet de la durabilité et de l'écologie dans l'architecture. Egalement, j'ai cherché à comprendre comment ces thématiques pouvaient être exploitées et valorisées dans le travail de l'architecte. Je pense apporter dans mes analyses un certain point de vue sur les différentes stratégies qui constituent ces débats tout en les confrontant à la réalité avec les études de cas que j'ai réalisées par après.

Comme nous l'avons vu, la partie 2 m'a permis de définir ce qu'est une initiative citoyenne en terme de développement durable dans l'architecture, comment est ce qu'elle se matérialise en la création d'une coopérative d'habitation, quels en sont les buts et les moyens afin de parvenir à la constitution et à la construction d'un projet. Le fait que ce soit des familles n'ayant pas les moyens de devenir propriétaires seules qui s'allient avec d'autres personnes dans un groupement afin d'élaborer ensemble leur propre logement collectif. On a dans cette partie déjà pu remarquer que les réflexions sur l'économie d'énergie et la mixité dans le logement sont des enjeux actuels pour notre société et que ces coopératives peuvent offrir une réponse à ces enjeux. Dans la partie 3, nous avons cité un certain nombre de stratégies nous permettant de construire non seulement durable mais aussi écologique en faisant une analyse des techniques et des réflexions nous menant à développer des solutions sur comment construire écologique et comment cela peut modifier nos habitudes de concevoir l'architecture des logements. Dans la partie 4, nous avons confronté ces stratégies à la réalité en analysant trois projets construits de coopératives suisses cherchant à suivre des objectifs durables et écologiques. Il s'agissait de la coopérative équilibre de Cressy à Genève, des coopératives équilibre et Luciole de Soubeyran à Genève et de la coopérative Kalkbreite à Zurich. Cette étude de cas nous a permis de voir comment il est possible de mettre en oeuvre ces stratégies dans la réalité et a démontré que c'est en effet possible tout en indiquant qu'il est compliqué de toutes les satisfaire à la fois. Il s'agit en effet parfois de devoir trouver des compromis entre durabilité et architecture mais aussi que l'une a besoin de l'autre pour mener le projet au succès.

La question pour moi est aujourd'hui de savoir comment je vais pouvoir me servir de ces enseignements pour la suite de mon année de diplôme en architecture et de ma vie professionnelle. L'analyse du site de projet réalisée en dernière partie m'a permis d'argumenter sur la pertinence de son choix et sur son potentiel, en gardant comme horizon l'application ad hoc des enseignements développés.

BIBLIOGRAPHIE

196

Ouvrages et documents
électroniques:

ALVAREZ Ana Maria

« Sustainable residential architecture »
Richmond Hill : Firefly Books, 2014.

BRUNNER Roland, COMMENT Audanne

« Logements et surfaces d'activités Kalkbreite, Zurich »
Bulletin bois numéro 122, Zurich : Lignum, 2017.

Confédération suisse

« Commentaire de l'ordonnance 3 relative à la loi sur le travail »
<https://www.seco.admin.ch/seco/fr/home/Arbeit/Arbeitsbedingungen/Arbeitsgesetz-und-Verordnungen/Wegleitungen/wegleitung-zur-argv-3.html> consulté le 11.11.2017.
Berne 2015.

« La loi sur l'énergie: principales mesures prévues »
<https://www.uvek.admin.ch/uvek/fr/home/energie/strategie-energetique-2050/aperçu-des-mesures.html>.
Berne, 2016.

Coopérative équilibre

« Coopérative équilibre 2006-2016 10 ans d'équilibre; une coopérative en évolution »
Meyrin : Imprimerie Moleson, 2016.

« La coopérative d'habitation équilibre présente son premier immeuble à Cressy »
Genève : Plaque de présentation, 2006.

« Gestion des eaux Soubeyran 7 » Genève : 2017.

DURBAN Christoph

« Mehr als Wohnen; Gemeinnütziger Wohnungsbau in Zürich 1907-2007 : Bauten und Siedlungen »
Zürich : gta Verlag, ETH Zürich, 2007.

E. VAN WEZEMAEL Joris, HUBER Andreas

« Innovation dans le secteur des coopératives de logement; résumé de l'évaluation des cités KraftWerk1 et Regine-Kägi-Hof à Zürich »
Zürich : Panorama-City, 1993.

Genossenschaft Kalkbreite

« Kalkbreite: Ein neues Stück Stadt »
http://www.2000watt.ch/fileadmin/user_upload/2000Watt-Gesellschaft/alle_sprachen/faktenblaetter/Faktenblatt_Kalkbreite-de.pdf consulté le 06.11.2017.

GUISAN Françoise et Olivier

« Notre maison écologique; rêver, réaliser, partager »
Bex : Publi-Libris, 2008.

IBGE Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement

« Ventilation dans le logement choix du système »
Bruxelle : 2017.

JOLLIET François

« Coopérative d'habitation: un mode d'emploi »
Habitation: 2004.

Minergie

« Aide au dimensionnement aération douce » 2017.

Office fédéral des statistiques

« Construction et logement »
Bern : Panorama, 2017.

Ouest Lausannois

« Plate-forme logement ouest lausannois; Compte-rendu des atelier
#05 visite à Zurich Mehr als Wohnen et Kalkbreite ».
Lausanne : 2016.

SNELL Clarke, Traduit de l'anglais par Loïc Cohen

« Manuel de la construction écologique; torchis, bottes de pailles, bois cordé, ossature bois
légère »
Barcelone : Edition la Plage, 2006.

SOULE Anne-Laure

« Piscines les solutions écologiques des piscines naturelles aux piscines classiques
améliorées »
Paris : Les Editions Eugen Ulmer, 2009.

TEISSIER Benoît

« La question du «bon» logement en architecture »
Paris : mémoire de master, 2012.

Ville de Fribourg

« Projet blueFACTORY Concours d'idées - Site Cardinal Fribourg Rapport du jury », 2013.
http://urbaplan.ch/wp-content/uploads/2013/04/401-rapport-opt-ci-v01-p01a109_15mar13-1.pdf. consulté le 10.08.2017

VARESANO Damien

« Les coopératives d'habitation participatives au coeur du développement du logement écologique durable »

Genève : Thèse Université de Genève, 2013.

VILLA Joanne, NIJENHUIS Emmanuel

« Wohn- und Gewerbesiedlung, Lotissement de logements et de locaux Kalkbreite »

Fribourg : 2010.

VON WEIZSACKER Erast U. et LOVINS, Amory B. et L. Hunter, traduit de l'anglais par Pierre Bertrand en 2006

« Facteur 4, Deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources »

Mens : Terre Vivante, 1997.

WATSON Donald, CAMOUS Roger

« L'habitat bioclimatique, de la conception à la construction »

Montréal : L'Étincelle, 1983.

WIEDMANN Ruedi

« Noyau générateur de convivialité, la renaissance des coopératives »

Zurich : TRACE, 2014. - SEATU - SA des éditions des associations techniques universitaires. Numéro 18.

ZGRAGGEN J.M.

« Bâtiments résidentiels locatifs à haute performance énergétique : objectifs et réalités »

Genève : Thèse Université de Genève, 2010.

Conférence:

Rob Hopkins

« Demain Genève ça commence aujourd'hui »

Meyrin le 23.03.2017

Sources internet:

ARMOUP

« C'est quoi une coopérative d'habitation ? fonder, construire, habiter »

<http://www.fonder-construire-habiter.ch/cest-quoi-une-cooperative-dhabitation/>

Consulté le 29.11.2017

Canopea

« Canopea - Presentation Movie - Solar Decathlon 2012 »

<https://www.youtube.com/watch?v=p28tFxd9MZY> consulté le 22.11.2017

CLUAS LONGAS Angela, LUFKIN Sophie, REY Emmanuel

« Towards Advanced Active Façades: Analysis of façade requirements and development of an innovative construction system »

<https://infoscience.epfl.ch/record/229135?ln=fr> consulté le 15.12.2017

Coopérative équilibre

<https://www.cooperative-equilibre.ch/> consulté le 29.09.2017.

Etat de Fribourg

«Service du logement Slog»

<http://www.fr.ch/slog/fr/pub/index.cfm> consulté le 30.10.2017.

Genossenschaft Kalkbreite

«Anleitung Kalkbreite»

<https://anleitung.kalkbreite.net/wohnen> consulté le 24.11.2017

Lausanne

« Recherche de fuites »

<http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/service-de-l-eau/derriere-le-robinet/distribuer/recherche-de-fuites.html> consulté le 08.10.2017.

Proxiland

« Fribourg (FR), Beaumont Sud - Location »

<http://www.proxiland.ch/fr/references/beaumont.php>. consulté le 04.10.2017.

Société 2000 watts

«Dans la société à 2000 watts»

www.2000watt.ch/fr/ consulté le 26.11.2017

suissesalaire

« Calculateur de budget pour la Suisse »

<https://www.salairesuisse.ch/fr/calculateur-de-budget/> consulté le 07.10.2017

Terre&Via

«Les toilettes sèches»

http://www.toilettes-seches-ecologiques.fr/comment_marche_toilettes_seches.php
consulté le 11.11.2017

Ville de Fribourg

<https://www.sitecof.ch/fribourg/> consulté le 09.10.2017

http://www.ville-fribourg.ch/fr/pub/officielle/edilite/urbanisme_architecture/developpement_durable.htm consulté le 03.10.2017

L'écriture d'un énoncé théorique nous permet, en tant que futurs architectes, de poser les bases de nos réflexions en analysant et en débattant d'un sujet qui nous tient à cœur. Dans la continuité de cette étude argumentée, il a également pour but la définition de certains principes qui nous permettront de démarrer notre projet de master sur de bonnes bases. Le but recherché à travers ce travail consiste à détailler et analyser par thématiques les différentes stratégies qui mènent à un projet d'habitat coopératif durable et écologique complet dans sa conception comme dans sa réalisation.

Il s'agit dans un premier temps d'étudier les stratégies sociales, technologiques et écologiques qui jouent un rôle dans ce thème, indépendamment les unes des autres, puis de les confronter à des exemples construits, ce qui permet d'en analyser les modalités de mise en oeuvre. En plus de mon intérêt pour la compréhension des installations techniques, la manière de considérer les stratégies écologiques, et les conditions de l'habitation en coopérative, je souhaite également porter un regard critique sur l'architecture de ce type de construction, et ainsi analyser comment l'architecture d'un bâtiment s'en trouve affectée.

À travers la lecture de cet énoncé théorique, vous pourrez donc vous faire votre propre avis sur quelles sont les contraintes et les manières de faire se rencontrer l'architecture et la durabilité