HABITAT EN TRANSITION

approche bioclimatique en milieu urbain

HABITAT EN TRANSITION

approche bioclimatique en milieu urbain

Aurélie Bichsel, Fia Tornberg

Équipe de suivi:

Jean-Louis Scartezzini
Luca Ortelli
Fred Hatt
Beat Kämpfen

Énoncé théorique
EPFL-ENAC-SAR-MASTER 3
JANVIER 2016

1 INTRODUCTION 7

2 APPROCHE LOW-TECH 9

2.1 Etat des lieux 10
2.1.1 Croissance verte, une vision controversée 10
2.1.2 Les limites de la technologie 11

2.2 Vers une frugalité de la construction 13
2.2.1 Repenser les besoins 13
2.2.2 Le rôle central de l'utilisateur 14
2.2.3 Architecture à long terme 15

3 ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE 17

3.1 Définition 18

3.2 Historique 19
3.2.1 Une pensée régionaliste 19
3.2.2 En quête d'une déconnexion 21
3.2.3 Le solaire passif de l'après-crise 27
3.2.4 Vernaculaire contemporain 31
3.2.5 Diffusion d'une préoccupation environnementale 33

4 MILIEU URBAIN 37

4.1 Sobriété 40
4.1.1 Revaloriser l'existant 40
4.1.2 Résilience par parties 42
4.1.3 Villes à vivre 45

4.2 Ressources 47
4.2.1 Potentialités urbaines 47
4.2.2 Possibilités latentes 50

5 DE L'IDÉOLOGIE AU PROJET 55

6 CONCLUSION 77

7 BIBLIOGRAPHIE 83

1 Introduction

Ce travail part de l'observation d'un aspect paradoxal de la société actuelle: d'un côté, la crise écologique mène à la nécessité de réduire la dégradation des milieux, alors que de l'autre, le paradigme de la croissance tend vers un processus de production de masse lié à une mécanisation de la vie quotidienne. Dans un monde de plus en plus technicisé et énergivore, il nous semble nécessaire de se tourner vers une manière alternative de concevoir l'acte de bâtir en replaçant l'approche low-tech dans le débat architectural.

La recherche étant basée sur un double objectif, nous développons notre étude dans deux carnets différents. Le premier s'intéresse à l'application de la pensée low-tech dans le contexte de la société urbaine contemporaine alors que le deuxième est une collection d'outils techniques nécessaires à l'acquisition d'une vision globale de la construction.

Le premier chapitre de ce carnet présente une prise de position par rapport aux enjeux actuels liés à la croissance verte et propose quelques thèmes centraux pouvant mener à la frugalité de la construction.

Dans l'objectif de matérialiser ces réflexions à travers un projet concret, le deuxième chapitre aborde la notion d'architecture bioclimatique. Il s'agit d'une approche fondamentalement low-tech puisqu'elle cherche à utiliser les ressources disponibles localement.

Ayant décidé de travailler dans un environnement déjà construit, nous proposons dans le troisième chapitre une remise en question du concept de *ressources disponibles localement* en imaginant l'étendre aux potentialités urbaines au sens large.

Finalement, quelques études de cas seront présentées afin d'illustrer les principaux concepts développés dans les trois premières parties. Ce chapitre nous servira de source d'inspiration pour la conception du projet futur.

2 Approche low-tech

2.1 Etat des lieux

2.1.1 Croissance verte, une vision controversée

« *Le développement durable se résume de plus en plus à une croissance verte qui privilégie les solutions industrielles (produits, systèmes, services, etc.) au détriment des questions que peuvent poser les hommes dans leur environnement* » (Boissonade, 2015, p. 16).

L'ajout d'un adjectif au concept de développement semble être la dernière stratégie utilisée pour détourner la question de l'urgence et lui permettre de s'imposer sans être remis en question. (Llena & Rodhain, 2006) Non seulement le mot durable a tendance à donner bonne conscience mais il parvient même à convaincre le consommateur qu'il fait un geste envers l'environnement puisque le système de croissance est désormais *vert*, *social*, *écologique*. Effectivement, à en croire les politiques, tout devient aujourd'hui durable, de l'habitat à la ville, en passant par le tourisme, les transports ou la finance.

Même si l'écologie semble être au centre de toutes les préoccupations, la société n'a jamais autant produit, consommé et jeté. (Bihouix, 2014a) Les intérêts économiques dans le domaine des technologies *propres* sont non négligeables (Haëntjens, 2011) et on remarque une récupération du concept par les institutions multinationales et gouvernementales qui en font le slogan marketing d'un nouveau capitalisme repeint en vert. C'est, selon Serge Latouche, l'idée de «*changer les mots à défaut de changer les choses* » (Latouche, 2003, p.24).

Le réel objectif est peut-être de parvenir à ne pas questionner ce qui devrait justement être au centre du débat: le système de production

en tant que tel qui est à l'heure actuelle absolument non durable. Tout dispositif technique, aussi vert soit-il, consomme de l'énergie et cause des déchets. En effet, avant de pouvoir utiliser un panneau solaire ou une éolienne pour capter les énergies naturelles, il faut produire tous ces dispositifs et comme dirait si justement Philippe Bihouix, « *on ne fabrique pas une éolienne avec l'énergie d'une éolienne* » (Bihouix, 2014b). On les fabrique avec des grandes quantités de gaz, de pétrole et de charbon et elles contiennent beaucoup de composants électroniques qu'on ne sait toujours pas recycler.

Le paradoxe veut que l'économie d'énergie tant recherchée à travers toutes ces nouvelles technologies vertes ne concerne en fait que le delta d'énergie que l'on économise à la fin du processus et ne prend que très partiellement en compte tout ce qui concerne l'énergie grise « *qu'on reporte sur les pays émergents car c'est eux qui, sur leur territoire, vont consommer de l'énergie pour nous exporter des biens* » (Bourg, Infrarouge, 2015). Dans un monde aux ressources limitées, il est donc difficile à croire que la croissance économique puisse s'inscrire de manière durable dans le temps.

2.1.2 Les limites de la technologie

« *Comme le montrent les indicateurs planétaires, le présent, le réel, le vrai, n'a jamais été aussi pollué et saccagé {…} et, paradoxalement, nous n'avons jamais autant croulé, à en croire journalistes, économistes ou scientifiques, sous les moyens techniques de régler tout ça par de formidables inventions écologiques* » (Bihouix, 2014a, p. 25).

Un discours omniprésent tente de nous sensibiliser aux enjeux environnementaux en nous poussant à modifier nos habitudes pour réduire la consommation énergétique. Pourtant, on produit aujourd'hui de plus en plus de bâtiments high-tech où la technologie cachée dans l'épaisseur des murs permet à l'utilisateur de garder le même mode de vie sans rien avoir à remettre en question. Il peut continuer à rester passif puisqu'il vit dans une maison *écologique* où tout fonctionne de

manière mécanique, abstraite, invisible. Comment peut-on espérer des habitants qu'ils développent une vraie conscience écologique si tout est fait pour qu'ils n'aient à se préoccuper de rien?

L'humain est souvent mis au deuxième plan dans l'approche scientifique et il est même dans certains cas vu comme un élément perturbateur de ce monde automatisé déterminant les conditions climatiques de l'habitat. (Boissonade, 2015)

L'exemple le plus flagrant est celui de la *smart city* où l'humain ne fait déjà presque plus partie du tableau de l'utopie technologique. L'article *La smart city, entre utopie, cauchemar et réalité*, du physicien Libero Zuppiroli, illustre parfaitement l'exemple de la personne passive dont la préoccupation écologique se résume à laisser à la technologie de pointe le soin s'occuper de tout. Il parle également de la place de l'homme en disant que « *le marché conduit par les nouvelles technologies à grands coups de capitaux est, dans les faits, bien incapable de résoudre les problèmes humains* » (Zuppiroli, 2015, p. 38).

2.2 Vers une frugalité de la construction

2.2.1 Repenser les besoins

«*The environmental problems that turn up as a consequence of our intemperate consumption, cannot be solved through one-sidedly setting all our bets on scientific expertise and technological progress, which do not call for altered habits and attitudes on the part of the users*» (Bech-Danielsen, 2005, p. 104).

Philippe Bihouix, ingénieur spécialiste de la finitude des ressources minières, distingue deux types d'écologies. La première, déjà évoquée par les penseurs de l'écologie politique au début des années 1970, est celle de la demande. C'est en quelque sorte la base de la pensée frugale où l'objectif est de prendre les problèmes à la racine en questionnant les modes de vie. Au lieu de se demander comment remplir un certain besoin de manière plus écologique, il faudrait plutôt s'interroger sur la vraie nécessité de remplir ce besoin. Certes, s'il est indispensable, il faut chercher à y répondre en utilisant le moins de ressources possible mais il reste primordial de se questionner sur la possibilité de faire moins, plus simple ou avec ce qui existe déjà.

La deuxième, l'écologie de l'offre, a pour but de réduire la consommation d'énergie fossile sans changer les habitudes des consommateurs. L'auteur explique qu'il n'est pas contre les énergies renouvelables en tant que telles mais qu'il est contre le mirage qu'elles nous permettraient de continuer ainsi sans remettre en question nos besoins. (Bihouix, 2014a)

2.2.2 Le rôle central de l'utilisateur

«*J'appelle société conviviale une société où l'outil moderne est au service de la personne intégrée à la collectivité, et non au service d'un corps de spécialistes. Conviviale est la société où l'homme contrôle l'outil* » (Illich, 1973, p.13).

Il y a une ambiguïté dans la relation qu'entretiennent les humains avec la technique puisque l'on conçoit des bâtiments high-tech sans vraiment savoir pour qui. La mécanisation de la vie quotidienne peut engendrer une sensation de perte de contrôle et de dépossession chez les habitants qui se sentent démunis face à ces nouveaux systèmes. Le temps d'adaptation, d'appropriation et d'apprentissage d'un nouvel environnement technicisé est d'ailleurs souvent négligé par les concepteurs. (Boissonade, 2015)

Le comportement de l'utilisateur ayant une grande influence sur la performance du bâtiment, il est nécessaire d'intégrer la dimension humaine et les modes de vie dans la planification de l'efficience énergétique. L'objectif est donc de revenir à une personne active dans un bâtiment passif plutôt que de tendre vers la passivité des humains face à une autonomie accrue de la technique.

Lorsque l'on aborde la question de la frugalité ou de l'approche low-tech en architecture, il ne s'agit pas de refuser tous les aspects technologiques mais de leur attribuer un rôle spécifique tout en remettant l'utilisateur au centre des préoccupations et en lui laissant le soin de maîtriser les conditions intérieures de son habitat.

Dans son texte sur la technologie des bâtiments intelligents, l'architecte Thomas Herzog précise que «*The conscious and correct way of dealing with a building presupposes that you understand it. So it would be then for "smart systems" to show you, for example, whether your behaviour - such as leaving a window tilted open over a thermostat-controlled radiator in winter - is wasting thermal energy uselessly or whether by using certain apparatus electricity is being used unnecessarily* » (Herzog, 2008, p. 29).

2.2.3 Architecture à long terme

« *Aujourd'hui, l'architecture est victime de la mode. Elle semble saisie de priapisme médiatique, d'une névrose qui consiste à vouloir montrer, pour répondre à l'anxiété de la prestation, combien vous êtes fort et puissant. Mais l'architecture ne s'évalue pas en fonction de ce qu'on appelle les « indices d'écoute », comme à la télévision. Elle se mesure sur la longue durée. Elle est comme une rivière, comme les arbres… Ils mettent du temps à s'inscrire dans le paysage* » p. 86 (Piano, 2009, cité dans Willemin, 2010, p. 86).

La résilience parle de la «*capacité d'un écosystème à résister à des changements de son environnement*» (Latouche & Harpagès, 2012, p. 51). Une manière de matérialiser cette notion dans le domaine de l'architecture est de se tourner vers des systèmes simples, sobres, économes en ressources, robustes, maîtrisables et facilement réparables pour s'éloigner de la société de l'obsolescence programmée et de la logique du tout-jetable. Il faut parfois accepter d'en faire le moins possible, de conserver l'existant, d'opter pour le réemploi plutôt que pour la table rase. La notion de réutilisation a notamment été développée par l'économiste Lucien Willemin dans son livre *Fonce Alphonse ! Croissance, décroissance : sortons de l'impasse* où il pose les bases d'une nouvelle économie basée sur la réparation. Dans le domaine de l'architecture, ce concept peut être appréhendé à l'échelle d'un territoire, d'une ville, d'un bâtiment ou même d'un matériau que l'on récupère afin de le réutiliser dans un autre contexte.

En s'intéressant à la production actuelle, on constate que les nouveaux bâtiments *écologiques*, basés sur une recherche de performance à tout prix, sont souvent très peu résilients. Ils font recours à des technologies de plus en plus compliquées, souvent avides en ressources rares et non renouvelables, en particulier en ce qui concerne les métaux. « *Or ces systèmes hautement performants correspondent généralement à une tolérance industrielle moindre (qui requiert elle-même des capacités technologiques supplémentaires sur les chaînes de fabrication), à une fragilité et des risques de pannes accrus, à des besoins de maintenance régulière et plus spécialisée* » (Bihouix, 2014a, p. 139). Il est d'ailleurs encore impossible d'avoir assez de recul pour pouvoir se positionner sur

la vraie durabilité dans le temps de ces systèmes complexes « *délicats à concevoir, réaliser, régler, occuper* » (Boissonade, 2015, p. 358).

3 Architecture bioclimatique

3.1 Définition

« *L'énergie sans conteste la plus écologique de toutes est celle que l'on ne consomme pas* » (Courgey & Oliva, 2006, p. 9).

L'approche bioclimatique est fondamentalement liée à l'utilisation de systèmes passifs et low-tech puisque son but premier est de tirer parti des ressources naturelles disponibles localement pour concevoir un habitat « *of great comfort at lowered cost through reduction of mechanical conditioning* » (Olgyay, 1963, p. 10). L'ajout d'autres types de techniques ou de sources d'énergie externes ne rentre en jeu que dans un deuxième temps si cela est nécessaire. Le rôle de l'utilisateur est central et il est primordial de lui donner les clefs de compréhension nécessaires pour pouvoir contribuer au bon fonctionnement de son habitat.

En ce qui concerne la définition, le préfixe *bio* fait référence à la vie au sens biologique et le terme *climatique* parle des conditions climatiques d'un lieu. L'architecture bioclimatique est donc une manière de construire cherchant la meilleure adéquation possible entre l'environnement, le bâtiment et le comportement de l'occupant. L'habitat est vu comme un organisme vivant réagissant avec le contexte dans lequel il est situé.

L'architecture vernaculaire, ou *architecture without architects* pour reprendre le titre du livre de Bernard Rudofsky, donne de nombreux exemples des différentes manières d'intégrer les éléments du climat à la construction traditionnelle. Ce domaine étant particulièrement vaste, l'historique proposé dans ce travail cherche à comprendre les raisons qui ont poussé les concepteurs à se tourner vers une approche bioclimatique entre les années 1950 et l'heure actuelle marquée par une diffusion de la préoccupation environnementale.

3.2 Historique

3.2.1 Une pensée régionaliste

Victor et Aladar Olgyay, deux frères architectes exerçant aux Etats-Unis durant les années 1950-60, peuvent être considérés comme les pionniers du concept d'architecture bioclimatique. Au cours des années 1950, les deux frères publient une série de travaux promouvant l'adaptation de la conception aux conditions climatiques locales. Finalement, seul Victor poursuit les recherches et les concrétise dans son livre *Design with Climate – bioclimatic approach to architectural regionalism* publié en 1963. Bien que l'adaptation au climat ne soit pas une nouveauté en architecture, Olgyay est le premier à proposer une approche systématique et des principes régionaux afin d'inclure les facteurs climatiques dans la liste des éléments importants à prendre en compte dans la conception de l'habitat. (Olgyay, 1963)

Dans le contexte des Etats-Unis des années 1960, Olgyay prend position contre les formes génériques de l'architecture moderne. Il explique que « *In the United States, despite the great variety of climatic conditions, building design often reflects a heedless uniformity. Housing types and building elements and designs are too often used in diverse environments with little or no relevance to their effect on human comfort, or even to the performance of materials* » (Olgyay, 1963, p. 10). Pour lui, l'une des principales causes de ce phénomène sont les avancées technologiques en terme de chauffage et de systèmes de refroidissement qui ont donné la possibilité aux architectes de pratiquement ignorer l'environnement concret dans lequel s'insère la construction. (Olgyay, 1963)

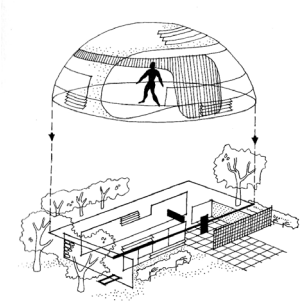


Fig.1 Olgyay: Représentation schématique d'un habitat bioclimatique

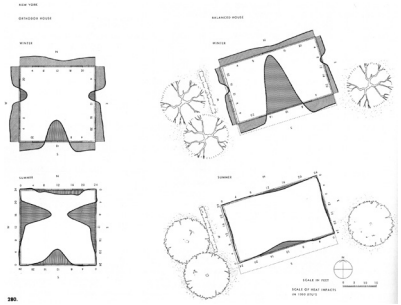


Fig. 2 Olgyay: Comparaison des gains solaires d'une maison «standard» et «bioclimatique»

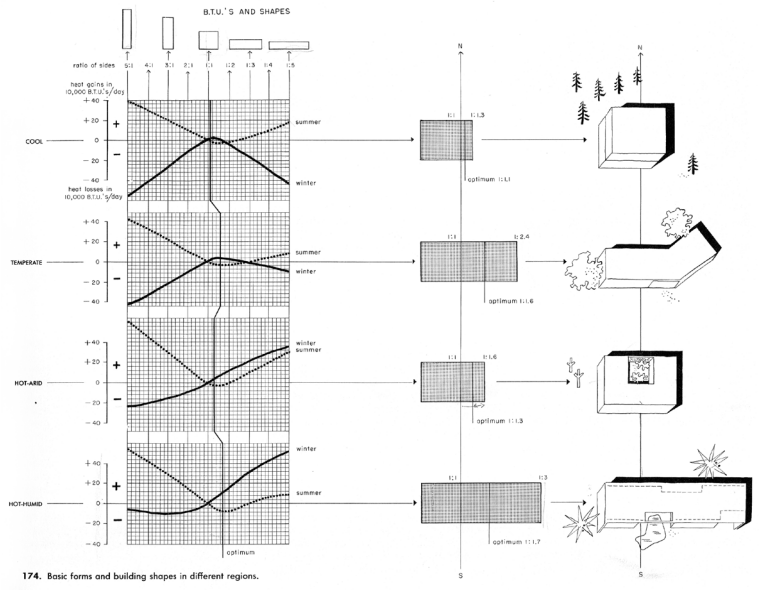


Fig. 3 Olgyay: Propositions de formes optimales pour différents climats

Le but de l'approche bioclimatique est de concevoir des *bâtiments, qui «work with, not against the forces of nature»* (Olgyay, 1963, p. 10) et d'utiliser leur potentiel pour générer des meilleures conditions de vie. Il insiste sur l'importance de s'intéresser à plusieurs disciplines scientifiques dépassant les seules limites de la connaissance architecturale traditionnelle afin de pleinement maîtriser ce type de construction. Après avoir acquis suffisamment de savoirs en biologie (confort thermique), météorologie (principes climatiques) et sciences de l'ingénierie (solutions techniques pour les problèmes confort-climat), il est plus facile de proposer un concept architectural prenant en considération le confort de l'utilisateur autant que le contexte climatique local. (Olgyay, 1963)

3.2.2 En quête d'une déconnexion

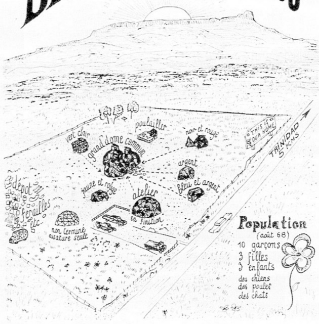
Après les premiers visionnaires, les principes d'une architecture utilisant les conditions climatiques du lieu comme ressources fondamentales du projet apparaissent à travers toute une série d'expérimentations qui se basent sur l'utilisation d'énergies naturelles comme le soleil pour atteindre une autonomie énergétique de la construction.

Cette autonomie connaît deux orientations majeures, l'une prenant place avant la crise pétrolière de 1973 et l'autre après. Le premier courant, celui des autoconstructeurs de la contre-culture, peut être décrit comme radical et politique. Il émerge en Amérique à la fin des années 1960, au moment d'une première prise de conscience au sujet des conséquences causées par le développement économique sur l'environnement naturel et social. L'objectif général est une rupture avec les réseaux par la recherche d'une indépendance à tous les niveaux. L'autonomie énergétique est vue comme une manière de s'éloigner de la société consumériste et de matérialiser ainsi certains idéaux politiques dans la vie quotidienne. L'idée n'est plus de rêver d'une autre société mais de la construire. Cette époque parle du temps de *l'anarchitecture* (Willemin, 2010, p. 21), d'une vie loin des villes aliénantes et d'un retour à la terre. Les constructeurs redécouvrent les matériaux traditionnels et

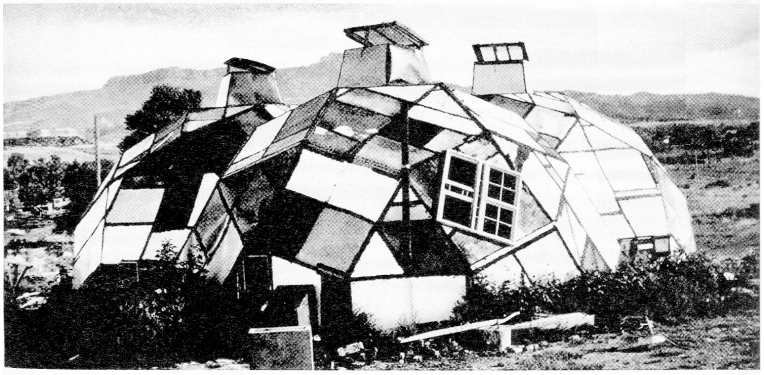
DROP CITY COLORADO

COUPOLES GEODESIQUES
POUR L'HABITAT HIPPIE.

Drop City est une communauté « hippie » établie depuis trois ans près de la petite ville de Trinidad dans le sud du Colorado. Tout d'abord, les « droppers », logeant dans leurs voitures, édifièrent le premier bâtiment composé de trois grandes coupoles géodésiques et comprenant la salle de repas et de réunions, la cuisine, les sanitaires et un atelier. Puis, tout autour, ils construisirent des dômes plus petits réservés au logement et constituant le domaine privé de chacun.
Ces dômes, peints de couleurs vives, sont formés d'une ossature bois sur laquelle sont clouées des plaques de tôles récupérées sur de vieilles voitures.



Un enduit goudronneux recouvre les joints. L'isolation thermique est réalisée à l'aide de polystyrène expansé de 10 cm d'épaisseur.
Les ouvertures, de formes diverses, sont toujours disposées de façon à ne pas rompre la maille de la structure.
Le « village » est situé sur un terrain à flanc de coteau, pierreux et envahi d'herbes et de fleurs.
Les habitants : peintres, musiciens, écrivains, se procurent un peu d'argent en donnant des cours dans les universités voisines ou en faisant des posters ; ils sont pratiquement nourris de rebuts de Trinidad (le supermarket leur réserve les invendus).



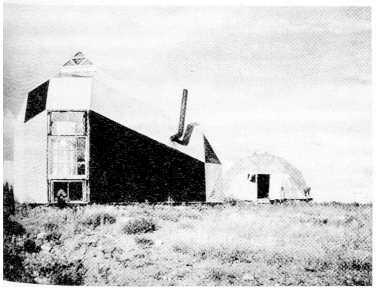


Fig. 4 Drop City, Colorado, 1969

l'architecture vernaculaire. La problématique du type d'habitat pour le futur cache souvent la vraie question du type de société pour laquelle on construit.

La communauté de *Drop City* dans le sud du Colorado est un des premiers exemples d'autoconstruction de dômes et de systèmes énergétiques autonomes. Ce projet se fait en collaboration avec Steve Baer, expert en physique thermique, qui occupe une place importante parmi les acteurs du mouvement solaire grâce à la renommée de sa propre maison au Nouveau Mexique et à ses inventions dans le domaine du solaire passif. (Perlin, 2013) A l'époque où les systèmes solaires actifs apparaissent dans de nombreux manuels d'autoconstruction, Baer se focalise sur l'énergie solaire passive en préconisant « *des méthodes simples et reposant sur le bon sens au lieu de promouvoir, à coups de crédits d'impôts, des systèmes techniques très onéreux* » (Borasi & Zardini, 2007, p. 131).

L'approche low-tech en lien avec la finitude des ressources est abordée dans ces années-là par le Club de Rome, groupe de réflexion rassemblant des économistes, des scientifiques, des fonctionnaires ainsi que des industriels. Fondé en 1968, il publie son premier rapport *The Limits to Growth* ou *Halte à la croissance* en 1972. Au vu de l'augmentation exponentielle de l'activité industrielle mondiale, le rapport du Club de Rome prévoit une perte définitive des ressources non renouvelables si cette croissance n'est pas modifiée. L'apparition de cet ouvrage se fait à l'apogée des *trente glorieuses*, à une période de forte croissance, et ce qu'il met en avant est pourtant bien l'axiome de la *croissance zéro* qui est encore aujourd'hui au centre des débats concernant l'environnement. En 1972 se déroule également la première conférence internationale sur l'environnement à Stockholm qui est vue comme un symbole de cette prise de conscience.

Cette préoccupation environnementale se traduit dans ces années-là à travers de nombreux projets allant de l'habitat individuel à des propositions de plus grande échelle comme celles du *New Alchemy Institute*, du *Farallones Institute*, du *Centre for Alternative Technology* ou encore du *ILS Labs*, qui ont abordé de nouveaux modèles sociaux et questionné les styles de vie. Ils ont proposé des projets pour des

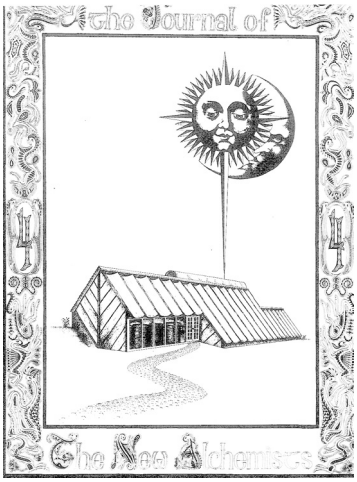


Fig. 5 New Alchemy Institute

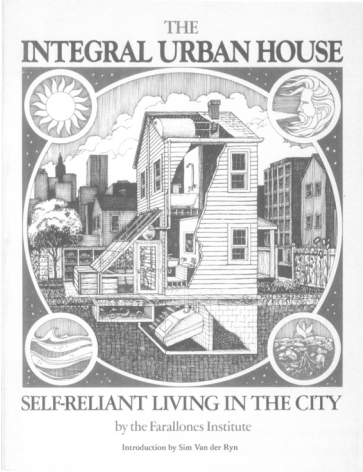


Fig. 6 Farallones Institute

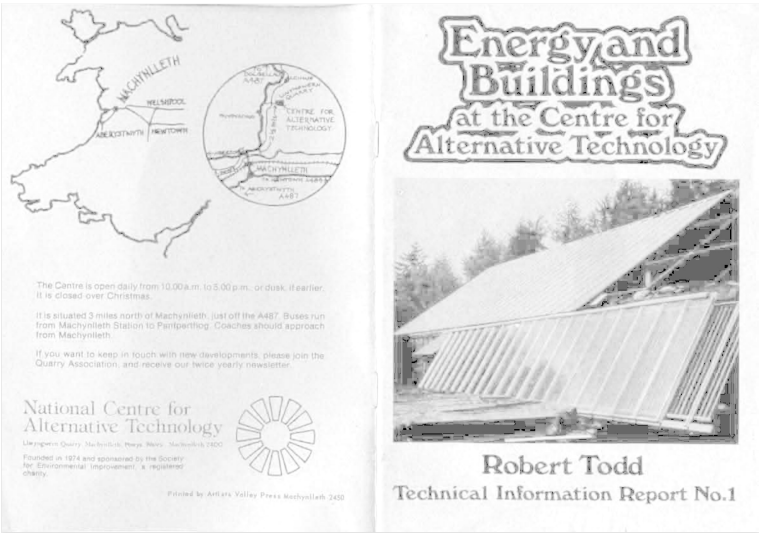


Fig. 7 Centre for Alternative Technology

bâtiments et des collectivités en milieu urbain et pris en compte les questions liées à l'énergie en allant de la production alimentaire au recyclage des déchets.

New Alchemy Institute

L'institut a été fondé en 1969 par les biologistes John Todd et William O.McLarney ainsi que l'écrivain Nancy Jack Todd. Cet institut s'intéresse aux concepts et pratiques des mouvements soft-tech, écologistes et environnementalistes. Ils cherchent à atteindre l'autosuffisance absolue et l'autonomie régionale. Le projet de l'arche de l'Île-du-Prince Edouart est conçu comme un système intégrant habitation, recherche, et production de nourriture. (Borasi & Zardini, 2007)

Farallones Institute

En 1972, dans le cadre d'un cours de design et de paysagisme enseigné à l'Université de Californie à Berkley, un groupe d'étudiants réalise un pavillon qui intègre l'ensemble des ressources nécessaires à la vie de ses utilisateurs. Les méthodes qu'aborde le collectif, en s'inspirant d'un écosystème naturel, ont pour but de penser en parallèle la conception de l'espace habité, un mode de construction peu coûteux et une production autonome d'énergie et de nourriture. Ils s'intéressent aux différentes méthodes que l'on peut appliquer en milieu urbain pour réduire la dépendance à un système centralisé et vivre en relation plus étroite avec la nature. Contrairement aux New Alchimists qui ont des objectifs semblables, l'Institut Farallones travaille en milieu urbain car « *c'est en ville que se trouvent les gens, disent les Olkowski, le défi consiste à faire de la ville un lieu qui soit écologiquement stable et salubre* » (Borasi & Zardini, 2007, p. 220).

Centre for Alternative Technology

Le centre de technologies est créé en 1974 à Machynlleth au pays de Galles. Il s'agit d'une communauté et d'un centre expérimental ouvert au public qui n'a pas comme objectif de renoncer complètement à la méthode scientifique et aux instruments technologiques mais qui est à la recherche d'un mode de vie alternatif en dehors du contexte urbain et du système

Fig. 8 Panneaux d'avertissement se trouvant devant les stations-service le lendemain du choc pétrolier de 1973

de production industriel. Le CAT est une communauté autosuffisante en ce qui concerne la production d'énergie, de nourriture et de biens de première nécessité. Au fil des années, de nombreux bâtiments expérimentaux voient le jour. Ils étudient de nouveaux matériaux, des techniques d'isolation, les systèmes solaires actifs et passifs et l'énergie éolienne pour limiter le plus possible la consommation d'énergie. (Lopez, 2007. Borasi & Zardini, 2007)

Integrated Life Support Systems Laboratories (ILS Labs)

Ces laboratoires, au même titre que le New Alchemy Institute et le Farallones Institute, abordent le problème de l'énergie dans un contexte global. Leur objectif est de développer un système intégré et indépendant permettant l'exploitation de plusieurs sources d'énergie, la production de nourriture, l'habitat, le recyclage des déchets et des eaux grises ainsi que l'utilisation des excédents, le tout se faisant en respectant les principes de l'écologie. (Lopez, 2004)

3.2.3 Le solaire passif de l'après-crise

La crise suivant le choc pétrolier de 1973 marque la fin des *trente glorieuses* et l'épuisement des ressources est désormais une réalité. Les enjeux deviennent économiques et énergétiques plus que politiques. Au vu de l'augmentation du prix du pétrole, il devient important pour tout le monde de s'intéresser aux énergies renouvelables dans le domaine de la construction. Les recherches s'accélèrent et un grand nombre d'instituts publics ou privés aux Etats-Unis et dans le reste du monde se lancent activement dans la recherche sur les énergies renouvelables.

Face à la lourdeur technologique des systèmes actifs, les adeptes de l'architecture solaire sont à la recherche d'autres pistes susceptibles d'utiliser le potentiel du rayonnement solaire. Il est en effet difficile de trouver une manière convaincante et esthétique d'intégrer les imposants capteurs solaires dans les constructions. Cet à ce moment-là que naît un enthousiasme général pour les systèmes passifs.

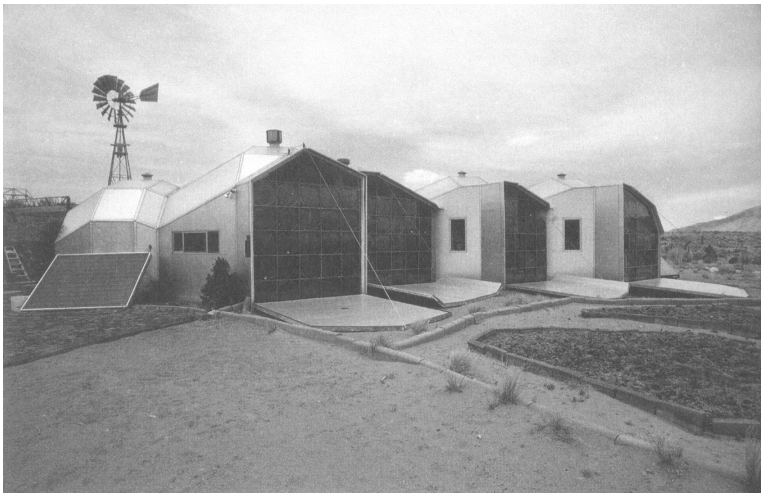


Fig. 9 Maison Baer, Nouveau-Mexique, 1971

Fig. 10 Lupkins, Maison Balcomb, Nouveau-Mexique, 1979

Aux Etats-Unis, Baer est l'un des pionniers et promoteurs de ce type d'approche, avec Harold Hay, William Lupkins et David Wright. Tous défendent des solutions simples, faisant de la maison elle-même un régulateur thermique, avec un usage optimal des ressources locales et un minimum absolu de technologie. (Perlin, 2013)

En Europe aussi, les recherches sur les technologies solaires se poursuivent et l'échange des nouvelles connaissances traverse les continents. À Odeillo, au sud de la France, l'architecte Jacques Michel et l'ingénieur Félix Trombe développent le concept du *Mur Trombe*, un système de gains indirects où le mur capte l'énergie solaire à travers une plaque de verre de haute inertie thermique. Cette méthode se diffuse rapidement et est beaucoup utilisée par leurs contemporains. (Givoni, 1998)

Durant les années 1970, le terme d'architecture solaire passive se popularise et est utilisé pour décrire les constructions dont la qualité thermique repose surtout sur les gains solaires à travers les parois vitrées grâce à la recherche d'une bonne orientation et d'un rapport optimal entre la le volume du bâtiment et la surface en contact avec l'extérieur. Un exemple représentatif de cette période est la maison Balcomb, conçue en 1979 par un des pionniers du solaire passif, William Lupkins, et nommée d'après son propriétaire, l'ingénieur Douglas Balcomb. Ayant pourtant lui-même été engagé dans la recherche de systèmes solaires actifs complexes, Balcomb s'intéresse désormais à des solutions simples qui parviennent à d'excellents résultats autant en terme de conservation d'énergie que de confort thermique. (Perlin, 2013)

Au cours de la même année, Edwars Mazria écrit un manuel sur la construction solaire passive, adressé à toute personne intéressée à construire selon ces principes. (Mazria, 1979) Au début des années 1980, le nombre de maisons solaires passives explose et ce type de construction se généralise. (Perlin, 2013)

L'intérêt principal d'un grand nombre d'architectes de l'époque passe du duo forme-fonction à celui de forme-performance. L'architecture solaire développe sa propre esthétique basée sur les performances

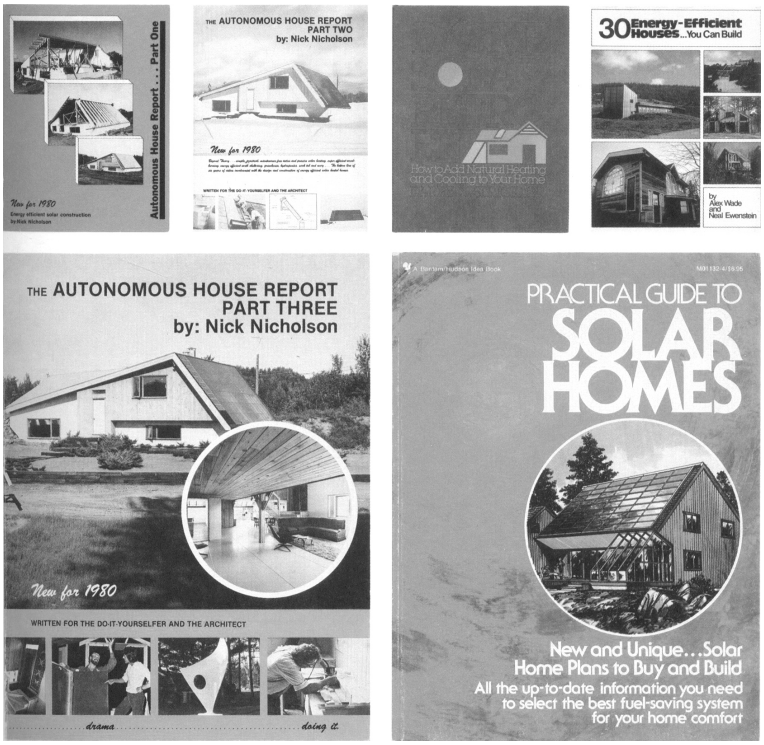


Fig. 11 Manuels de construction solaire

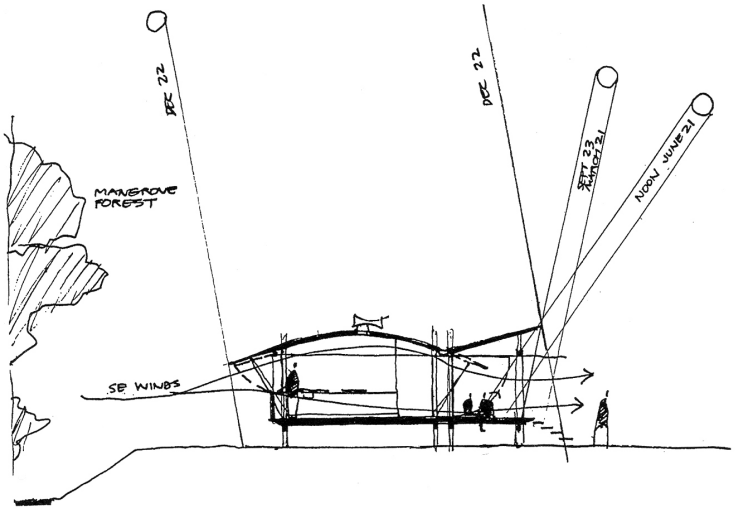


Fig. 12 Schéma de Glenn Murcutt illustrant l'importance des conditions locales pour la conception de l'habitat

thermiques avec des éléments clés tels que de grandes surfaces vitrées, des fenêtres inclinées, de hauts niveaux d'isolation et des matériaux à haute inertie thermique. L'intégration de ce type de principes dans un contexte urbain n'est pas toujours claire, ce qui engendre un nouveau type de réflexions. (Tabb & Deviren, 2013)

Ralph Knowles, par exemple, concentre son travail sur l'examen des relations entre la forme, la densité et les rythmes saisonniers du soleil. Jeffrey Cook, de son côté, défend les méthodes bioclimatiques mais maintient un point de vue critique vis-à-vis de nombreux projets trop orientés vers le solaire, les accusant d'être difficilement adaptables à d'autres données climatiques, programmatiques, esthétiques et formelles, particulièrement en contexte urbain. (Tabb & Deviren, 2013)

Petit à petit, de nouvelles sources de pétrole sont découvertes et la grande crise de l'énergie semble s'estomper gentiment. Même si l'intérêt général se détourne des sources d'énergies alternatives, les connaissances acquises ne seront pas oubliées.

3.2.4 Vernaculaire contemporain

Durant les années 1980, les architectes sensibles à l'écologie continuent à développer des bâtiments basés sur l'intégration de systèmes passifs. Les années 1970, caractéristiques d'une situation de crise et d'un important besoin de diminuer la consommation d'énergie, ont été synonyme d'une amélioration des technologies et avaient ainsi accordé moins d'importance aux questions culturelles et esthétiques. Les architectes des années 1980 prennent ces aspects en main et se tournent vers l'architecture vernaculaire pour combiner les nouvelles technologies avec la sensibilité culturelle locale. (Tabb & Deviren, 2013)

Glenn Murcutt en Australie et Brian MacKay au Canada, tous deux connus pour leur architecture attentive aux spécificités locales, en sont de bons exemples. Murcutt développe une délicate combinaison de stratégies bioclimatiques induites par les conditions locales avec une

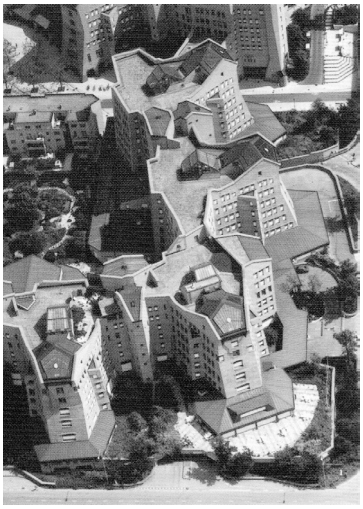


Fig. 13 Alberts & Van Huut, Banque ING, 1986

Fig. 14 Jourda & Perraudin, Ecole d'architecture de Lyon, 1987

Fig. 15 Short & Ford, Queen's Building, 1994

simplicité de la forme et du détail. MacKay, de son côté, est connu pour sa façon de lier les techniques locales et vernaculaires à des détails de construction typiques de l'époque moderne. (Tabb & Deviren, 2013)

Les années 1980 sont aussi une période d'intérêt pour les aspects sociaux de l'architecture sensible aux questions environnementales. Plusieurs projets communautaires sont réalisés, comme *The rural studio* ou *Testermorrow*. Les différents exemples ont en commun un lien au fonctionnalisme du modernisme tout en maintenant une échelle humaine et une connexion forte entre l'environnement et les usagers à travers l'architecture. (Tabb & Deviren, 2013)

C'est à cette époque que les bâtiments conçus selon une approche bioclimatique commencent vraiment à apparaître en Europe. Parmi certains des projets avant-coureurs on peut citer le complexe de 110 unités de logement construit en 1985 à Tübingenen par Joachim Eble, la Banque ING à Amsterdam conçue en 1986 par Tom Alberts et Max Van Huut ou encore un bâtiment éducatif réalisé en 1987 par les architectes Jourda et Perraudin pour l'Ecole d'architecture de Lyon. Queen's Building, un complexe éducatif appartenant à l'Université De Montfort au Royaume-Uni et achevé en 1994 par Alan Short et Brian Ford peut également être compté parmi les réalisations bioclimatiques postmodernes. (Lefèvre, 2012)

3.2.5 Diffusion d'une préoccupation environnementale

C'est dans les années 1980 que les préoccupations écologiques commencent à prendre de l'ampleur. La première apparition du concept de développement durable se fait en 1981 par l'Union internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), dans son rapport *La stratégie mondiale pour la conservation de la nature et la Communauté européenne*. C'est le rapport de la commission de Brundtland *Notre avenir à tous*, publié en 1987, qui fera par la suite une large diffusion de ces principes. En 1992 a lieu le Sommet de la terre à Rio de Janeiro. Cette action mondiale pensée pour le 21ème siècle porte le

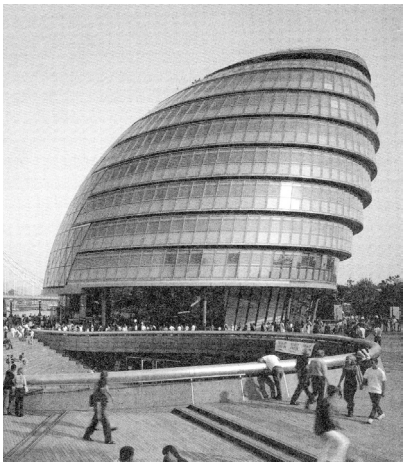


Fig. 16 Foster, London City Hall, 2002

Fig. 17 Yeang, Menara Mesiniaga, 1992

Fig. 18 Herzog, Maison familiale, 1989

nom d'agenda 21. Il s'agit d'une inscription définitive du concept de développement durable dans l'agenda international. C'est à Rio que s'établit la définition des trois piliers du développement durable qui repose désormais sur l'aspect économique, social et environnemental.

Ces événements contribuent à sensibiliser le grand public aux problèmes environnementaux. Le fait de traduire cette préoccupation à travers l'architecture commence à concerner même les grands noms du domaine tels que Norman Foster ou Renzo Piano. Ce changement marque un tournant radical dans la relation qu'entretient l'architecture avec l'écologie. Au lieu de s'inspirer des méthodes low-tech et vernaculaires du passé, les éco-bâtisseurs des années 1990 cherchent une relation plus dynamique avec l'environnement grâce à l'utilisation des récents dispositifs technologiques prenant la forme d'enveloppes complexes et mécanisées ou de nouveaux systèmes de contrôle du bâtiment. (Tabb & Deviren, 2013)

Les méthodes bioclimatiques sont aussi appliquées à de plus grandes entités et à de nouvelles formes urbaines telles que les tours. Le travail de Ken Yeang est un exemple de ce type de réflexion. Un autre architecte contemporain sensible à la relation qu'entretient l'architecture avec le climat est Thomas Herzog. Il s'intéresse aux basses technologies et promeut une approche holistique pour développer une architecture respectueuse de l'environnement. Dans son travail, Herzog réussit à combiner performance énergétique, respect de l'environnement et soin de la qualité esthétique de l'œuvre architecturale. (Herzog, 2008)

Aujourd'hui, l'intérêt général semble se tourner vers les systèmes actifs et même si les connaissances en matière de conception passive sont encore utilisées, on a parfois l'impression qu'elles passent en second plan. Pourtant, ayant depuis longtemps été représentatives des préoccupations écologiques de certains constructeurs, les méthodes passives ont petit à petit réussi à se faire une place dans le monde de la conception architecturale. En Suisse, elles font par exemple partie intégrante de la norme SIA 380. (SIA 380, 2015)

4 Milieu urbain

L'historique présenté dans le chapitre précédent montre que c'est souvent sur des terrains isolés, situés à l'extérieur des villes et très bien orientés que se sont développés les différents projets bioclimatiques d'habitats individuels et de petites communautés. Seulement, pour que cette approche soit fondamentalement cohérente avec l'objectif de respecter l'environnement dans lequel s'insère la construction, elle devrait surtout être appliquée en milieu urbain. En effet, «*l'habitat individualisé, isolé, même écologiquement bien pensé est considéré comme une hérésie urbanistique, car des hectares de terres agricoles disparaissent chaque année sous le béton et le bitume*» (Latouche, 2007, p. 49). Le fait de construire en ville permet également de minimiser le recours aux combustibles fossiles liés aux déplacements qui occupent un rôle central dans la vie quotidienne. Il semble parfois que les efforts placés dans la réduction de l'*énergie de fonctionnement* des bâtiments soient contrebalancés par ce que les habitants dépensent en terme de mobilité.

L'architecture bioclimatique a comme objectif d'utiliser les ressources disponibles localement, surtout en matière d'énergies naturelles ou d'éléments constructifs pouvant être prélevés à proximité du site de construction. Ce travail cherche à remettre en question le concept de *ressources disponibles localement* en imaginant l'étendre aux potentialités urbaines au sens large, autant en terme de matériaux réutilisables que de structures délaissées ou même d'espaces latents.

La réflexion sur la relation qu'entretient l'homme avec son milieu devait avoir la ville comme point de départ puisque c'est dans les environnements déjà construits que se jouera une grande partie de l'avenir de l'humanité. (Rogers, 2000) Le fait de repenser la manière de construire en tendant vers une utilisation minimale des ressources a donc d'autant plus d'impact dans ce type de contexte.

En se basant sur les notions de sobriété développées dans la première partie, ce chapitre met en évidence certaines pistes permettant de matérialiser cette pensée en milieu urbain. Il tente de mettre en valeur le potentiel de l'existant en abordant la question des ressources cachées de la ville. La dernière partie est dédiée aux espaces interstitiels, vus comme une piste potentielle pour le développement de notre futur projet.

4.1 Sobriété

4.1.1 Modes de transformation des milieux

«*Et si les notions de simplicité, de justesse, de pertinence étaient des signes de la qualité, plus que celles de visibilité, d'outrance, de nouveauté à tout prix?*» (Charbonneau, 2012, p. 174).

La réduction de la consommation d'énergie étant un thème central dans le processus de conception du cadre bâti, il semble de plus en plus évident que la prise en compte de l'énergie grise est essentielle. C'est dans ce sens que les principes de réutilisation, réemploi, réparation de l'existant et recyclage urbain sont à revaloriser autant à l'échelle du matériau qu'à celle de la ville ou du territoire. L'idée est également de voir le monde architectural et urbain en matière de relations entre les différents éléments (espaces, bâtiments, matériaux ect.) plus que de s'intéresser aux objets en tant que tels. L'architecte devient un «*organisateur de relations et penseur de l'habiter, avant d'être producteur de formes*» (Huygen, 2014b).

Réutilisation

La réutilisation d'un objet qui a déjà consommé de l'énergie pour sa fabrication est l'attitude la plus sobre; c'est est une forme de prolongation de son temps de vie. Sa forme et la mémoire de son histoire sont entièrement conservées alors que son usage peut changer légèrement. (Huygen, 2014a)

Recyclage

Lorsqu'un objet arrive en fin de vie, il génère de la matière disponible pour un nouveau cycle. Le premier principe de la thermodynamique explique que l'énergie totale à l'intérieur d'un système reste constante même s'il y a un changement de forme. C'est le deuxième principe qui est particulièrement intéressant dans ce cas car il parle de la notion d'entropie. En effet, même si rien ne se perd, tout processus de recyclage transforme une certaine quantité d'énergie en entropie irréversible, autrement dit en énergie perdue, inutilisable. (Frey, 2014) Le recyclage occasionne en plus des résidus et une pollution de l'air, de l'eau et des écosystèmes. Il ne devrait donc être que l'ultime solution avant de produire une nouvelle matière. Dans ce cas, ni la forme ni la mémoire ne sont conservées. (Huygen, 2014b)

Réemploi

« *C'est la ville qui constitue l'unité territoriale essentielle du réemploi. C'est elle qui détermine la nature profonde, intrinsèque des ressources minières qu'elle concentre et rejette ; leur qualité de « minerai » étant directement fonction de son niveau de développement, de prospérité et d'organisation* » (Frey, 2014, p. 91).

Le réemploi est une manière de conserver le patrimoine tout en diminuant la consommation d'énergie. Le but est d' « *assurer les besoins d'aujourd'hui tout en transmettant le passé à l'avenir* » (Huygen, 2014b, p. 392). Il s'agit d'une solution intermédiaire entre la réutilisation et le recyclage puisque la mémoire de l'objet est conservée, parfois de manière fragmentaire, mais sa forme peut changer complètement. Contrairement à la réutilisation, l'adaptabilité est plus grande car l'objet peut acquérir un nouvel usage très différent du premier. L'exemple du projet *Le Lieu Unique* de Patrick Bouchain parle du réemploi d'un bateau de pêche qu'il démonte pour en conserver les parties et les utiliser dans un contexte fondamentalement différent, en l'occurrence pour la construction du plafond d'une salle de spectacle. Il s'emble s'agit d'un nouvel objet mais on peut, en deuxième lecture, reconnaître l'information du premier.

Simplicité

En plus des notions de réutilisation, réemploi et recyclage, la sobriété est aussi liée à la simplicité des matériaux. Cet aspect les rend non seulement plus durables dans le temps car les matériaux naturels et robustes ont généralement une durée de vie plus longue que les nouveaux systèmes complexes, mais leur donne également l'avantage de pouvoir être facilement réutilisés ou recyclés.

On produit aujourd'hui de nouveaux matériaux *écologiques* composites qui sont en réalités beaucoup plus difficile à replacer dans un nouveau cycle de vie que les anciens. « *Tandis ainsi que la plomberie traditionnelle en tuyaux métalliques savait par exemple être simplement recyclée par refonte du métal, sa version écologique multicouche plastique-aluminium-plastique est un assemblage complexe absolument in-recyclable, car trop complexe pour être utilisé autrement qu'elle ne l'est*» (Rebois & Rollot, 2014, p. 265).

4.1.2 Résilience de l'environnement construit

Nos recherches nous ont menées à la mise en évidence de deux pistes principales permettant d'améliorer la résilience d'un système: la sobriété et la fragmentation. La première démarche ayant déjà été développée dans les parties précédentes, ce chapitre cherche à détailler la deuxième en se basant sur les principes de diversité et de flexibilité.

Fragmentation

La ville peut être perçue comme une addition et une cohabitation de différents systèmes faits eux-mêmes de sous-systèmes, de fragments. L'idée est d'adapter petit à petit les parties des villes aux besoins des usagers et de remplacer ainsi la démolition par du réemploi, de la réparation et de l'adaptation. La croissance se faisant par étapes, les éléments du bâtiment ou du milieu urbain n'ont plus de durée de vie fixe puisque tout est en constante évolution. Nous imaginons les petites

entités comme ayant moins d'inertie que les grands ensembles et donc une plus grande facilité à s'adapter aux changements.

Cette manière d'aborder le projet se fait à travers une conception centrifuge, c'est à dire du local vers le global, en partant de ces fragments. La recherche d'autonomie est pensée à petite échelle, par entités qui ensuite entretiennent des relations entre elles. Certaines de ces relations sociales, biologiques ou formelles sont existantes et d'autres sont à réactiver. Le fragment est vu ici comme un objet singulier, autonome et potentiellement différents des autres, ce qui le différencie du module répétitif. (Huygen, 2014b)

Diversité

«*La réponse de l'expérience écologique est que si la spécialisation permet d'accroître les performances dans un domaine, elle fragilise la résilience de l'ensemble. La diversité au contraire renforce la résistance et les capacités d'adaptation* » (Latouche, 2007, p. 51).

Le terme de communauté biotique, proposé en 1920 par Charles Elton, parle du rôle qu'occupe chaque entité d'un écosystème dans la capacité d'adaptation de l'ensemble. Il explique que c'est en fait surtout la diversité de ces entités qui permet d'augmenter l'adaptabilité du système global aux changements de l'environnement. Plus la communauté est capable de s'adapter, plus elle augmente ses chances de survie. (Elton, 1920, cité dans Tufano, à paraître)

Cette pensée est directement applicable à l'architecture et en revient à l'idée de résilience par fragments où la diversité de ces entités augmente la résilience de l'ensemble. Selon John Baird Callicott, les constructeurs devraient « *favoriser la diversité, effacer peu à peu la force de destruction de l'homme mécanisé pour retrouver les conditions de fabrication d'un urbain qui préserve l'intégrité, de la beauté, de la stabilité et de la diversité de ce qui entoure les citadins* » (Calicott, 2010, p. 61 cité dans Tufano, à paraître).

Flexibilité

Une application concrète des principes de sobriété se révèle dans le travail de Gilles Clément, jardinier et paysagiste, qui explique dans son livre *Où en est l'herbe*, qu'il essaie généralement d'en faire le moins possible, ou disons plutôt d'en faire le plus possible avec peu d'intervention. Sa devise est d'« *observer plus et de jardiner moins* » (Clément, 2006, p. 20). Il voit le jardin comme un terrain d'expérimentation et porte beaucoup d'intérêt au rapport entre le créateur et le lieu.

La manière dont le projet évolue dans le temps a une grande importance dans son travail. Il se rapproche ainsi de la réflexion de Jean-Marc Huygen sur la question du temps : « L*'invention et l'organisation d'une société de sobriété remplaçant la société de croissance passe par une nouvelle conception du temps : le temps long, lent, tournant. Par rapport au temps court, le profit immédiat, le temps long envisage ce que nous léguons aux générations futures* » (Huygen, 2014a, p. 153).

Une des approches qu'il a développées au cours de ces dernières années s'appelle le Jardin en Mouvement. C'est l'idée que le jardin évolue au fil du temps, en fonction ici du mouvement physique des plantes sur le terrain. Le concepteur accepte que l'aspect du jardin ne dépende pas d'un dessin initial rigide. Il doit laisser une certaine liberté aux être vivants, plantes et animaux, qui s'approprient leur milieu et le font ainsi évoluer dans le temps.

Cette pensée peut être transposée au domaine de l'architecture pour parler de la capacité d'adaptation d'un bâtiment qui pourrait changer et se transformer en fonction du mode de vie et des besoins de ses occupants. L'un des exemples les plus remarquables parlant de cette flexibilité de la construction est peut-être le projet *Quinta Monroy* du collectif Elemental qui réussit à mêler l'expertise du professionnel et la participation active des usagers. Les architectes ont mis en place une structure simple et efficace en laissant aux futurs habitants le soin de la compléter selon leurs besoins. Le concepteur a dans ce cas la modestie d'accepter qu'il ne peut pas prévoir précisément les attentes des futurs occupants et que celles-ci risquent d'évoluer. Grâce à la marge de manœuvre laissée à l'utilisateur, il peut jouer avec la structure, se l'approprier et la modifier à sa guise.

4.1.3 Villes à vivre

Les notions de sobriété et de frugalité forment les bases de nombreuses théories cherchant à repenser, à plus grande échelle, la manière de vivre, de consommer et d'habiter les villes. Deux exemples sont présentés ici, celui de la ville frugale pour l'aspect théorique et celui de la ville en transition pour illustrer les applications concrètes vers lesquelles peuvent mener ces réflexions.

La ville Frugale

Une vision de la ville frugale a été développé par l'urbaniste et économiste Jean Haëntjens dans son livre *La ville frugale, un modèle pour préparer l'après-pétrole* paru en 2011. L'objectif de cette approche est d'atteindre plus de satisfaction tout en consommant moins de ressources. Les contraintes énergétiques et économiques ne sont dans ce cas plus vues comme une menace mais comme des opportunités pour inventer une nouvelle manière de vivre. (Haëntjens, 2011)

Les principaux défis de la ville frugale sont: les économies d'énergies en lien avec la mobilité, la recherche d'équilibre entre le désir d'espace et la nécessité de penser des villes compactes, le développement équilibré du territoire impliquant des logiques de concentration et de polarisation et finalement la recherche de qualité de la vie en ville tout en modérant les coûts urbains. (Haëntjens, 2011)

L'auteur parle de l'importance fondamentale de reconsidérer les modes de vie pour générer un vrai impact sur le fonctionnement de la ville actuelle. Comme le dit Richard Rogers dans son livre *Des villes durables pour une petite planète*, « *si les villes dérèglent l'équilibre écologique de la planète, ce sont nos comportements sociaux et économiques qui leur ont fait prendre les orientations générant ce déséquilibre environnemental* » (Rogers, 2000, p. 25).

Villes en Transition

Le concept de *Ville en Transition* a été développé en 2005 par les étudiants de l'université de Kinsale en Irlande dans le cadre d'un cours

de soutenabilité enseigné par le professeur Rob Hopkins. La première application concrète de ce processus a lieu dans la ville de Totnes au Royaume Uni. Aujourd'hui, le mouvement est devenu international et des centaines d'initiatives de transition sont actuellement développées dans les villes du monde. (Hopkins, 2010)

La démarche en question vise à augmenter la résilience locale face aux défis liés au pic pétrolier et aux changements climatiques en relocalisant la production d'énergie, de nourriture et d'un maximum d'activités. Une volonté de simplifier et de matérialiser les enjeux permet à chaque communauté de développer des projets concrets adaptés à au contexte dans lequel ils s'insèrent. L'aspect social a une importance capitale dans la Ville en Transition puisque c'est la population qui contribue à effectuer le changement. C'est l'illustration parfaite du principe de responsabilisation des habitants qui s'approprient les clefs du changement du milieu dans lequel ils vivent et acquièrent ainsi, cette fois à l'échelle d'une ville et non plus d'un bâtiment, un rôle actif et nécessaire au processus de transition. (Hopkins, 2010)

La vision d'ensemble est fondamentalement optimiste puisque, au même titre que dans la ville frugale, la crise est vue comme une occasion d'augmenter la créativité et de changer radicalement le fonctionnement de la société actuelle.

4.2 Ressources

4.2.1 Potentialités urbaines

L'époque moderne a eu tendance à considérer les ressources comme infinies. Ce monde linéaire de production et de croissance est fondamentalement opposé au temps long, dans lequel s'inscrit le processus de réemploi, de recyclage et de récupération. Il faut aujourd'hui remettre en question les modes de penser la ville en se tournant vers une « *revalorisation du délaissé comme potentiel latent, à déployer* » (Rebois, Rollot, 2014, p. 261).

Mémoire d'un territoire

André Corboz, dans son texte *Le territoire comme palimpseste* (Corboz, 1983), explique que le territoire peut être vu comme porteur d'une série de strates de mémoire et d'information liées à ses occupations successives. C'est une manière de conserver l'histoire du passé tout en acquérant une nouvelle fonction. « *On peut y voir en somme le premier et le plus fondamental des réemplois, celui qui les contient tous, celui qui les détermine* » (Frey, 2014, p. 89).

Pendant près de deux siècles, c'est le principe de la table rase lié à l'esprit de la société industrielle productiviste qui a été à l'origine de la transformation du cadre bâti. (Rebois, Rollot, 2014) On démolissait et reconstruisait sans se préoccuper de l'énergie grise. Aujourd'hui, les questions de réemploi mènent à une remise en question du rôle de l'architecte. Dans l'idée de réutiliser l'existant tout en conservant ses différentes strates d'information, pouvons-nous imaginer de concevoir la ville, la structure, ou même la matière comme palimpseste ?

Ville comme ressource renouvelable

Paru dans le livre *Recycling City*, le texte *Elements for a Theory of the City as Renewable Resource* de l'architecte et urbaniste Paola Viganò parle de concevoir la ville et l'espace urbain comme des ressources renouvelables, ce qui implique un changement dans la manière de concevoir et de transformer l'espace. Elle établit un ensemble d'outils pour matérialiser cette pensée dans le projet et propose le concept suivant : « *the process of accumulation which is typical of urbanized territories (from overhead capital to social capital) can be 'renewable' under certain conditions* » (Viganò, 2012, p.13).

Les scénarios énergétiques proposés par l'auteur visent quatre buts spécifiques: la réduction de la consommation d'énergie au sens large, l'intégration du renouvelable, le développement du processus de recyclage et la valorisation de l'énergie grise. Alors que des stratégies et des objectifs donnés par l'Union européenne existent déjà pour les trois premiers, le quatrième est moins présent dans les discussions actuelles et concerne « *a usually marginalized type of energy, the one that is already there, embedded in the urban and territorial space, and possible to recycle* » (Viganò, 2012, p.15).

L'urbaniste explique que nous devrions voir les infrastructures, les bâtiments, les villes et même la stratification spatiale des territoires existants comme des réservoirs d'énergie grise. Pour ce faire, elle construit une théorie composée de trois parties: les cycles de vie, l'énergie intrinsèque et l'inclusion.

En commençant par la notion de cycle de vie, elle déclare que «*if the city is observed as a renewable resource, the immediate interest is the capacity or difficulty of the urban space in overcoming major or minor crises*» (Viganò, 2012, p.17). En d'autres termes, il s'agit ici de se questionner sur le niveau de résilience de la ville. Il est important de comprendre le changement en terme de cycles et de processus plus que comme un point de rupture ou un simple développement linéaire. L'auteur parle du recyclage de l'urbain comme d'un acte de réemploi ou de réutilisation permettant non seulement de réutiliser de la matière mais surtout de mener vers de nouveaux cycles de vie.

En ce qui concerne le deuxième point, celui de l'énergie intrinsèque, Paola Viganò propose de concevoir l'accumulation et la stratification des territoires urbains comme de l'énergie « *trapped in the body of the territory* » (Viganò, 2012, p.20). Elle suggère de prendre en compte l'énergie intrinsèque contenue dans les matériaux ainsi que dans la reconstruction qu'a connu le territoire à travers le temps, en incluant l'énergie liée au travail humain nécessaire à la transformation de l'environnement.

Le troisième concept, l'inclusion, concerne la justice sociale dans le territoire. Quand une portion de territoire passe par de nouveaux cycles, le schéma social en est également affecté. De nouvelles populations arrivent et d'autres sont expulsées. « *Thus recycling is not synonymous with restoration or restructuring. It does not only consider the material parts of the city but also its social and political dimensions* » (Viganò, 2012, p.21). Cette troisième couche doit être étudiée en parallèle des deux précédents. « *From this point of view, inclusion means redistribution of resources, territorial isotropy and social mix* » (Viganò, 2012, p.22).

Ecosystème urbain

Dans le cadre d'une conférence sur le thème de la ville symbiotique et de la valorisation de ses ressources cachées, l'architecte Emmanuel Rey explique que le problème de la ville contemporaine est lié à son métabolisme linéaire qui dépend d'une quantité notable d'intrants externes provenant principalement de sources non-renouvelables. Il en résulte la génération d'un grand nombre de rejets non valorisés, tels que les déchets et la pollution. Cette ville, consommant d'importantes quantités de ressources, peut être décrite comme entropique. (Rey, 2013)

Emmanuel Rey propose une nouvelle définition d'un métabolisme urbain durable basé sur la création d'un système *syntropique* et *circulaire*. Les apports externes seraient alors valorisés à leur maximum et les rejets du système seraient limités autant que possible. (Rey, 2013)

Dans une vision symbiotique de la ville, les bâtiments, infrastructures et services ne sont plus considérés comme des objets isolés, mais

comme des parties de l'écosystème urbain. La clé est de tirer profit de la diversité des situations urbaines en mettant en évidence les échanges entre producteurs et consommateurs, ainsi qu'en établissant des cycles courts et en maximisant les synergies socioculturelles. Une autre piste pour augmenter la résilience de la ville est d'y réinsérer la nature, non pas au sens d'ajouter une sorte de décor vert à une structure urbaine la niant fondamentalement (Rebois, Rollot, 2014), mais en ramenant des logiques naturelles basées sur les ressources en eau, terre et végétation.

A Paris, une recherche a récemment été faite dans le but d'établir un métabolisme urbain plus circulaire et d'exploiter les potentialités locales inutilisées. Une publication collective intitulée *Ville visibles - Ressources cachées* répertorie plusieurs textes et études sur les ressources inutilisées dans la région de l'Ile-de-France. Le texte *Éloge de la flaque d'eau*, écrit par Frédéric Bertrand et Mélanie Guilbaud, aborde par exemple le sujet du potentiel de l'utilisation de l'eau non potable dans le périmètre urbain. Selon F. Bertrand et M. Guilbaud, cette eau pourrait être utilisée dans de nombreux contextes comme l'arrosage des parcs et jardins, l'approvisionnement des fontaines, ou le nettoyage de l'espace public. Ce système pourrait même être renforcé par la mise en place de cycles reliant le plan individuel et collectif. (Bertrand, Guilbaud, 2013)

4.2.2 Possibilités latentes

«*Les restes urbains {…} apparaissent comme la parfaite incarnation urbaine d'une dichotomie: si d'un côté ils sont générés par une culture de gaspillage, prônant la croissance, l'étalement, le nouveau plutôt que le développement, la transition, la transformation, ils s'avèrent malgré tout valorisables au sein de l'écosystème citadin existant, demandeur aujourd'hui de davantage de densité, de partage, de proximité* » (D'Arienzo, Lapenna, Rollot, Younès, à paraître).

La prise en compte de l'importance des ressources latentes permet de renverser la manière de concevoir, de construire et de transformer les milieux. Le concepteur a comme défi de générer un projet capable d'interagir avec elles et de les valoriser.

Espaces interstitiels

Les interstices peuvent être vus comme des « *chutes du découpage fonctionnel de l'espace* » (Bouchain, 2014b, p. 234). Ils semblent parfois dissimulés, inexprimés, oubliés. Ces *restes urbains* donnent l'impression de suivre une autre logique du temps et ont un important potentiel en terme de résilience car ils sont comme des entre deux flexibles, capables de s'accommoder aux changements alentours.

C'est dans les espaces interstitiels des villes que la nature tente souvent de reprendre ses droits, comme si elle cherchait à réparer les actions de l'homme. Il est possible de s'en inspirer dans le processus de conception du cadre bâti en cherchant à conserver l'existant et à le réparer lentement. (Bouchain, 2014b) Dominique Bourg les considère justement comme des *refuges de biodiversité* (Bourg, 2015) qu'il faut absolument prendre en compte au moment de construire.

« *La marge spatiale est une aire dont la vacance laisse une liberté d'initiative pour le changement ; c'est une réserve d'hypothèses d'usages* » (Gouhier, 1999, p. 80-89, cité dans D'Arienzo, 2014, p. 57). Le projet sur les interstices pourrait avoir comme objectif de transformer ces délaissés ou déchets de la ville en ressource et en potentiel de redynamisation de l'urbain. Entre les pleins, signes de propriété, les vides sont imaginés comme des espaces libres, des biens communs pouvant contribuer à la convivialité et à l'aspect dynamique de la ville. « *C'est là qu'il faut reconquérir la liberté d'expérimenter la ville, en rendant usage et sens aux espaces existants* » (Bouchain, 2014b, p. 234).

Les espaces interstitiels sont propices à la créativité. Ils peuvent être perçus comme des lieux en marge, moins intégrés dans le système, comme s'ils avaient été oubliés et qu'ils pouvaient ainsi échapper aux règles en vigueur dans le reste de la ville. Ce sont des sortes de lieux alternatifs qui appartiennent à une autre logique de planification urbaine.

« *Une lecture éco-systémique et synergique est capable de les considérer comme des inputs fondamentaux, d'en révéler toute la richesse potentielle* » (D'Arienzo, Lapenna, Rollot, Younès, à paraître).

Les interstices des villes sont les endroits parfaits pour héberger des phénomènes informels liés à la spontanéité des habitants. Une deuxième ville imprévue pourrait naître dans ces espaces. Elle serait liée à une nouvelle forme d'organisation et une manière différente de cohabiter.

Energie

L'énergie latente peut se manifester à tout moment, elle est en quelque sorte synonyme d'un potentiel en attente de réactivation. « *L'écosystème urbain dans son ensemble s'impose comme une mine d'occasions précieuses à saisir* » (D'Arienzo, Lapenna, Rollot, Younès, à paraître).

L'architecture du latent ferait référence à un processus plutôt qu'à un objet concret. C'est une manière d'effacer les limites entre l'artificiel et le naturel en imaginant les éléments construits comme des organes qui, de leur socle au ciel, interagissent avec les énergies présentes dans l'écosystème urbain. L'idée n'est pas de produire une architecture qui rassure par l'aspect écologique de sa façade, mais de concevoir chaque partie de l'édifice ou de la ville comme un système capable de travailler avec l'énergie latente du milieu et de générer des relations avec les autres entités. (D'Arienzo, Lapenna, Rollot, Younès, à paraître)

Gilles Clément, dans sa proposition du jardin en mouvement, aborde le même type de réflexion sur l'énergie des lieux en marge. « *En regardant une friche, je ne suis pas seulement fasciné par l'énergie de reconquête, je cherche aussi à savoir comment je m'insère dans ce flux puissant. Et même comment je pourrais la firiger, en avoir la maîtrise autrement qu'en la stérilisant* » (Clément, 2006, p. 21).

Appropriation

« Aujourd'hui, nous bâtissons des villes qui divisent et brutalisent au lieu d'émanciper et de civiliser » (Rogers p. 184).

Dans son texte *Latent Projects, Urban Appropriation, and Self-organization*, Carlo Cellamare mentionne l'importance de redonner aux

habitants de la ville la possibilité d'agir sur leur milieu de vie. Il explique qu'à l'heure actuelle, l'environnement bâti est extrêmement contrôlé, structuré et prédéfini, ne laissant que peu de marge de manœuvre aux habitants. Les citadins ne se soumettent toutefois pas toujours à ce conditionnement et réagissent en mettant en place des formes non officielles d'appropriation spatiale. Elles peuvent prendre la forme d'organisation de squats résidentiels, d'occupation d'espaces culturels considérés comme des biens communs ou simplement se traduire par l'utilisation temporaire des espaces interstitiels non utilisés. C'est dans ce mouvement urbain spontané que Cellamare voit un riche potentiel de planification. Il a en effet l'habitude d'utiliser et de réactiver les ressources latentes de la ville, pour donner de la qualité et du sens aux lieux urbains oubliés de la vie quotidienne. (Cellamare, Bourg)

« *When urban practices become collective and organized, they transform themselves into structured forms of appropriation of the city. (…) These are (…) practices and processes that often bring urban waste areas back to the life cycle of the city. They retool abandoned or underutilized sites, in some cases making them again productive* » (Cellamare, à paraître).

La planification de ce phénomène d'appropriation par des mouvements urbains permettrait une prise de conscience à plus grande échelle de cette réalité et de ce potentiel local. Cela rendrait possible la mise en place d'une vraie relation entre les habitants et leur milieu de vie.

5 De l'idéologie au projet

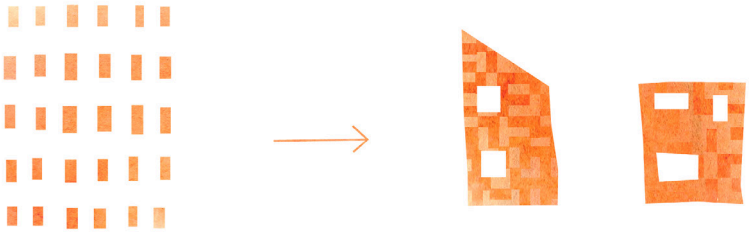
Réemploi

Lorsqu'un objet arrive en fin de vie, il génère de la matière disponible pour un nouveau cycle.

Le réemploi est une manière de conserver le patrimoine tout en diminuant la consommation d'énergie.

Cette méthode est une solution intermédiaire entre la réutilisation et le recyclage puisque la mémoire de l'objet est conservée, parfois de manière fragmentaire, mais sa forme peut changer complètement.

Il s'emble parfois s'agir d'un nouvel objet mais on peut, en deuxième lecture, reconnaître l'information du premier.



Le Lieu Unique, Patrick Bouchain

Nantes, France

2000

Fig. 19 Façade principale constituée de verre réutilisé

Le lieu unique est un projet de transformation des anciens locaux de la biscuiterie LU de Nantes en centre culturel. Patrick Bouchain, dans ce projet comme dans ses autres réalisations, intègre les futurs occupants autant au processus de conception qu'au chantier qu'il considère comme un acte culturel où chaque nouvelle idée est bienvenue. Le projet n'est jamais figé et continue ainsi d'évoluer même pendant la

construction. Le réemploi, aspect caractéristique de sa manière de concevoir l'architecture, rajoute une dimension spontanée à l'acte de bâtir qui doit s'adapter aux matériaux disponibles.

Le lieu unique est décrit par Patrick Bouchain comme un « *bâtiment des rebuts du mode absurde de la production* » (Bouchain, 2014a, p. 276) où les entreprises sont libres d'amener des matériaux récupérés ou que les architectes n'acceptent pas pour cause d'imperfections. La façade principale est ainsi faite de verre refusé par la réglementation et a du être déclarée comme œuvre d'art pour être validée. Un autre exemple illustrant la totale absurdité du mode de production et d'élimination des objets est celui des bidons abîmés, déformés et pollués que la France jette à Bamako. Là-bas, ils sont récupérés et transformés en meubles scolaires. L'architecte réussi ici à les racheter et à les ramener en France pour construire le correcteur acoustique du plafond de la salle de spectacle. C'est encore une fois en leur attribuant le statut d'œuvres d'art qu'il a pu leur faire passer la douane.

Tout le pourtour de la salle principale est fait de planches de bateaux de pêche laissés à l'abandon. C'est l'exemple type du processus de réemploi qui, même si l'objet est utilisé dans un autre contexte, lui permet de conserver la mémoire de son passé. Au moment du chantier, le concepteur apprend la démolition d'un grand bâtiment public à Paris et récupère alors le bois dont les démolisseus se servent pour faire les balcons d'encorbellement afin de construire la structure de la passerelle technique du Lieu Unique.

Sources: Bouchain, P. (2013); (2014a).

Fig. 20 Vue extérieure

Fig. 21 Préparation des planches récupérées

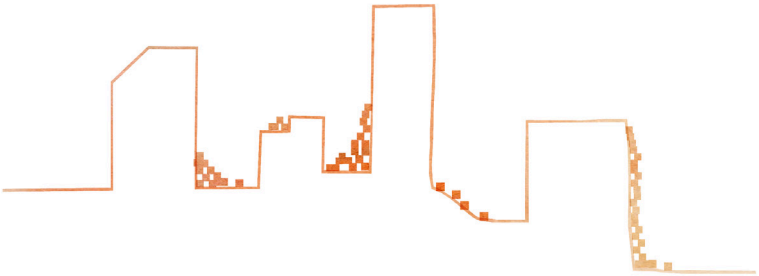
Interstices

Les restes urbains donnent l'impression de suivre une autre logique du temps et ont un important potentiel en terme de résilience car ils sont comme des entre-deux flexibles, capables de s'accommoder aux changements alentours.

Le projet sur les interstices pourrait avoir comme objectif de transformer ces délaissés ou déchets de la ville en ressources et en potentiel de redynamisation de l'urbain.

Les espaces interstitiels sont propices à la créativité. Ils peuvent être perçus comme des lieux en marge, moins intégrés dans le système, comme s'ils avaient été oubliés et qu'ils pouvaient ainsi échapper aux règles en vigueur dans le reste de la ville.

Une deuxième ville imprévue pourrait naître dans ces espaces.



Saigon House, a21studio

Ho Chi Minh City, Ho Chi Minh, Vietnam

2015

Fig. 22 Dessin axonométrique de l'habitat

La maison Saigon est située dans un contexte d'économie émergente, celui du milieu urbain dense de la ville de Ho Chi Minh. Située dans une sorte d'entre-deux ou d'espace interstitiel, le logement doit non seulement se préoccuper de son organisation interne, mais aussi de la nécessité de s'adapter aux conditions extérieures de l'environnement urbain devenant un facteur clé pour le projet.

Cet habitat, prévu pour une famille de sept enfants, est organisé sous la forme d'un village vertical. Au rez-de-chaussée, la maison est construite sur une sorte de prolongation de l'espace urbain, se transformant ici en ruelle privée. Pour ce qui est des étages supérieurs, les chambres sont organisées comme des logements individuels qui laissent entre eux de généreux vides contribuant à générer une circulation naturelle

de qualité. Cet aspect est particulièrement important pour le confort dans les climats chauds et humides. Vue depuis la rue, la construction est sobre est bien intégrée dans son environnement, comme si elle avait toujours été là.

Le projet parvient à atteindre un niveau de vie de qualité dans une ville très dense. Il crée un monde intérieur d'une grande richesse tout en s'adaptant aux contraintes de la ville. La maison s'inspire de son contexte spatial et matériel, ce qui rend le projet profondément enraciné dans son milieu physique et culturel. La rareté des ressources est perceptible à travers l'utilisation de matériaux locaux, en partie récupérés, ainsi que dans la réduction du volume intérieur. Les espaces extérieurs deviennent dans ce cas une partie intégrante et habitable du logement.

L'emplacement quelque peu marginal de la construction a aussi l'avantage de laisser une certaine liberté d'action. Se placer en dehors du cadre établi et stricte donne de l'espace pour l'innovation en terme de planification et de recherche de solutions spécifiques adaptées à la situation en question.

Sources: Basulto D. (2015); a21studio. (2015).

Fig. 23 Entrée sur rue

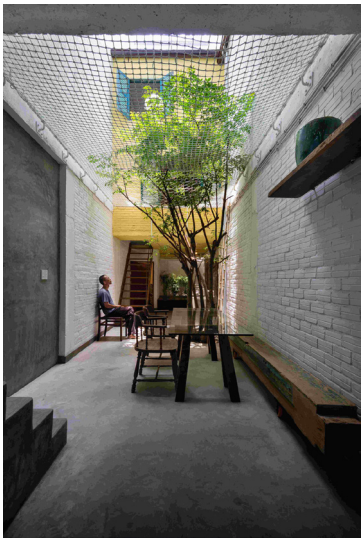


Fig. 24 Espace extérieur au rez-de-chaussée

Résilience par fragments

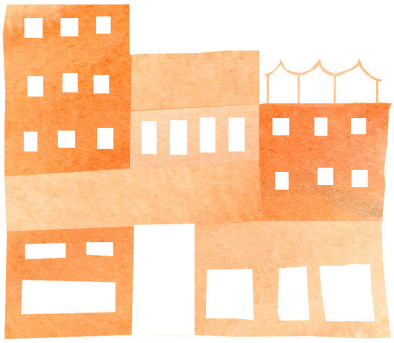
La ville peut être perçue comme une addition et une cohabitation de différents systèmes faits eux-mêmes de sous-systèmes, de fragments.

Le fragment est vu ici comme un objet singulier, autonome et potentiellement différents des autres, ce qui le différencie du module répétitif.

Le bâtiment pourrait évoluer, changer d'aspect, se transformer en fonction du mode de vie et des besoins de ses occupants.

Les petites entités ayant moins d'inertie que les grands ensembles, elles ont une plus grande facilité à s'adapter aux changements.

La recherche d'autonomie est pensée à petite échelle, par entités qui ensuite entretiennent des relations entre elles.



Ökohaus Corneliusstrasse, Frei Otto & Herman Kendel

Berlin, Allemagne

1989-1991

Fig. 25 La façade construite par fragments

Le bâtiment de logement Ökohaus à Berlin propose un concept alternatif pour l'habitat urbain écologique. L'édifice dispose d'un système structurel en béton dans lequel chaque résident est libre de construire son logement de manière indépendante.

F. Otto et H. Kendel ont la conviction que les habitants sont la clé pour parvenir à un changement écologique. Ils ont décidé d'investir dans la manière de les informer sur les questions environnementales et sur les mesures qui pourraient être prises plutôt que de leur imposer quoi que ce soit. Chaque individu est ensuite libre de réagir de façon personnelle face à ces enjeux. Cela a abouti à une grande variété dans le type de solutions choisies. Par exemple, un résident a décidé de construire son

appartement avec de l'argile alors qu'un autre a opté pour la mise en place d'un système interne de nettoyage et de recyclage de l'eau pour son logement.

Le projet vise, par de nombreux points, une cohabitation respectueuse avec la faune et la flore présentes sur le site ainsi qu'une optimisation de la prise en compte des cycles de vie des éléments existants. Les architectes ont par exemple décidé de conserver les parties de certains anciens bâtiments présents sur le site, laissant ainsi la végétation reprendre ses droits sur les ruines.

La mise en place d'une structure flexible qui maximise l'adaptabilité interne des appartements permet également de voir la maison comme un organisme qui peut évoluer au cours du temps et en fonction des besoins des différents habitants. Les planificateurs accèptent de ne pas être en mesure de contrôler l'aspect final et la forme du projet. Ce que le concepteur prévoit ici c'est le cadre dans lequel le bâtiment peut se transformer et évoluer, fragment par fragment, et tendre vers un résultat tout à fait inattendu.

Source: Bech-Danielsen, C. (2005).

Fig. 26 Cohabitation du bâtiment et de la végétation

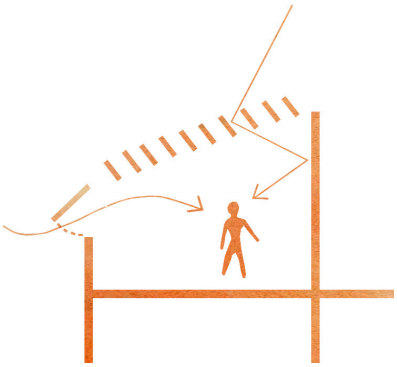
Fig. 27&28 Vues intérieures

Utilisateur central

Le comportement de l'utilisateur ayant une grande influence sur la performance du bâtiment, il est nécessaire d'intégrer la dimension humaine et les modes de vie dans la planification de l'efficience énergétique.

Une manière de penser le projet serait de replacer l'utilisateur au centre des préoccupations en lui laissant le soin de maîtriser les conditions intérieures de son habitat.

Pourquoi pas se tourner vers des systèmes simples, sobres, économes en ressources, robustes, maîtrisables et facilement réparables pour s'éloigner de la société de l'obsolescence programmée et de la logique du tout-jetable.



Maison Guisan, Françoise & Olivier Guisan & Gilles Bellmann, architecte

La Tour-de-Peilz, Suisse

1998-1999

Fig. 29 La façade sud-est

La maison Guisan, construite sur les hauts de La Tour-de-Peilz, est un habitat écologique basé sur des techniques simples, faciles à comprendre et à utiliser. Tous les systèmes peuvent être actionnés par les résidents eux-mêmes. En même temps, l'objectif est d'atteindre le même niveau de performance, voir même un niveau d'efficacité et de confort supérieur à celui atteint habituellement par des systèmes technologiques plus évolués.

Etant conçue suivant des principes bioclimatiques, la maison bénéficie d'une orientation sud-est basée sur l'utilisation de la pente et l'optimisation du rapport entre le volume et la surface en contact avec l'extérieur. Le bâtiment est chauffé principalement par l'énergie solaire provenant des gains passifs directs permettant un stockage d'air chaud dans la serre au sud. La circulation d'eau chauffée par des capteurs solaires agit en tant que complément. Sur les trois niveaux de la maison,

seul l'espace central hébergeant les pièces de vie des Guisan est chauffé continuellement, tandis que les autres étages agissent comme des espaces tampons l'isolant du climat extérieur.

Au rez-de-chaussée, les espaces de travail du couple n'ont pas d'autre système de chauffage que celui de l'air provenant de la serre adjacente ainsi qu'un poêle à bois en cas de besoin ponctuel. Le deuxième étage, comprenant deux chambres d'hôtes et leurs salles-de-bains respectives, n'est normalement pas chauffé non plus et atteint tout de même une température intérieure moyenne d'environ 15°C. Si nécessaire, la température de l'espace peut être rapidement élevée jusqu'à 20°C ou plus en laissant monter l'air chaud depuis la serre par l'ouverture des cloisons intérieures.

L'eau courante de la maison provient de l'eau de pluie filtrée. Elle est collectée sur le toit et conduite ensuite à travers un processus de filtrage. Les Guisan ont choisi un système de toilettes sèches fonctionnant avec un principe de compostage. Les eaux usées produites sont ainsi moins chargées et peuvent être filtrées à travers plusieurs étapes jusqu'à arriver dans un étang situé dans le jardin.

Source: Guisan F. & O. (2006).

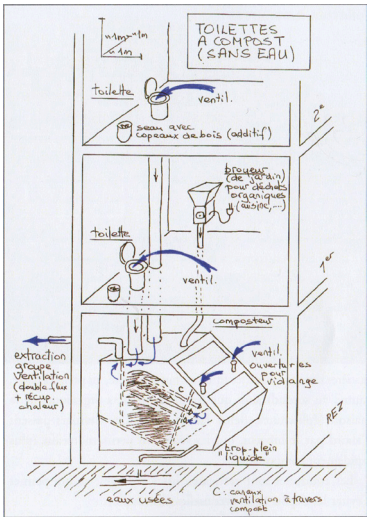


Fig. 30 Les toilettes à compost

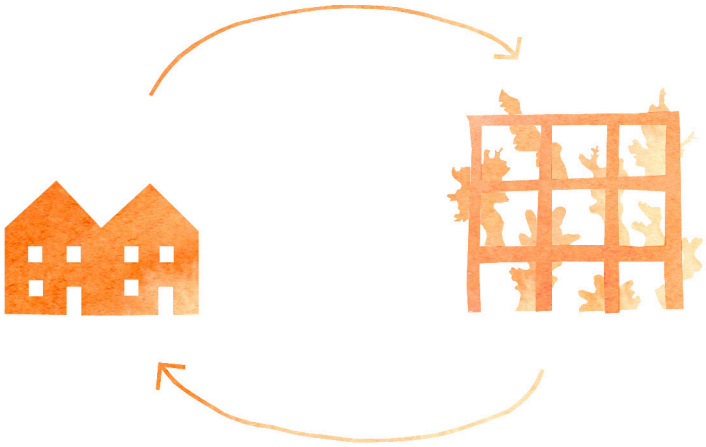
Fig. 31 Vue de la serre

Ville symbiotique

Dans une vision symbiotique de la ville, les bâtiments, infrastructures et services ne sont plus considérés comme des objets isolés, mais comme des parties de l'écosystème urbain.

Les apports externes seraient alors valorisés à leur maximum et les rejets provenant du système seraient limitées autant que possible.

La clé est de tirer profit de la diversité des situations urbaines en mettant en évidence les échanges entre producteurs et consommateurs, ainsi qu'en établissant des cycles courts et en maximisant les synergies socioculturelles.



AirTree, ecosistema urbano

Madrid, Espagne

2004-2007

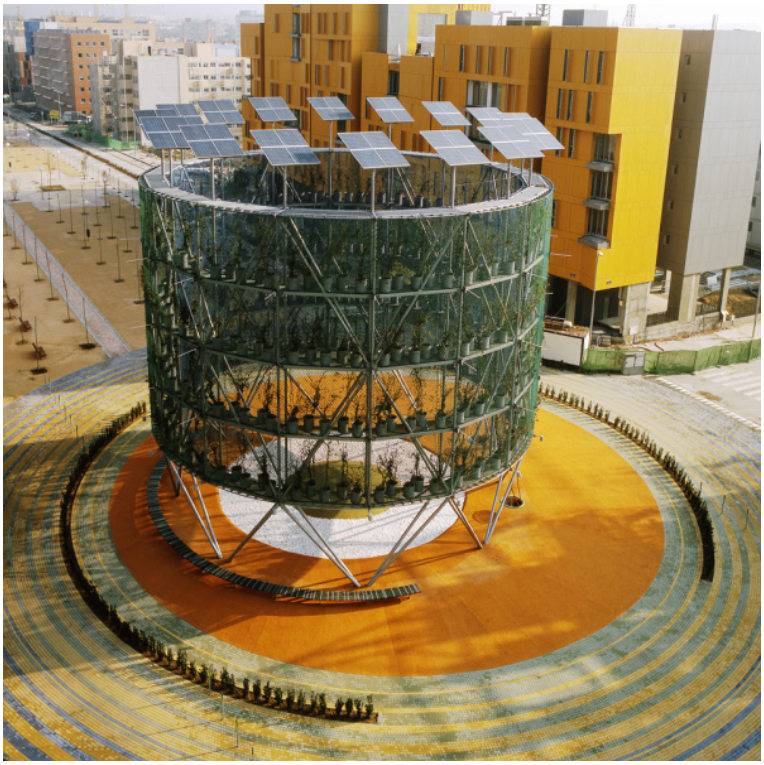


Fig. 32 Un des Airtrees dans le quartier de Vallecas

Le projet Airtrees, situé dans le quartier de Vallecas à Madrid, cherche à améliorer d'une part l'aspect social en générant des activités publiques et d'autre part le confort extérieur en utilisant un système de refroidissement passif qui parvient à abaisser la température de l'air jusqu'à 10°C. Cela permet de créer un microclimat plus agréable l'été en utilisant une approche bioclimatique. Au total, trois AirTrees différents ont été construits à Vallecas, créant différents espaces urbains. L'un d'eux, appelé l'arbre de loisirs, a par exemple été équipé d'installations de jeux pour les enfants.

La température élevée et la faible humidité de l'air en été forment des conditions idéales pour l'établissement d'une stratégie de refroidissement par évapotranspiration, quelle que soit la vitesse du vent. Le système de refroidissement en question est couramment utilisé dans l'industrie des serres et s'active automatiquement lorsque la température de l'air dépasse 27°C. L'air chaud au-dessus de la structure est aspiré vers le bas des murs par des ventilateurs. A l'intérieur de la structure, un système de plantes sert à humidifier l'air descendant par un processus d'évapotranspiration. La topographie du site a été légèrement modifiée pour que l'air refroidi reste proche du sol, créant un bassin d'air froid propice à la détente. Les panneaux solaires placés sur la structure fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement des parties mécaniques de l'arbre.

Le projet Airtrees est temporaire: il ne reste en place que jusqu'à ce que les arbres plantés dans le quartier deviennent assez grands pour refroidir suffisamment le microclimat local. Après cela, Airtree est prévu pour être facilement démonté et transporté sur un autre site afin d'être réutilisé comme outil de réactivation urbaine dans d'autres situations.

Sources: ecosistema urbano. (2004); Krautheim et al. (2014).

Fig. 33 La structure a aussi un rôle d' «activateur social»

6 Conclusion

Au moment de débuter nos recherches, nous pensions aborder le sujet de la construction bioclimatique sous un angle essentiellement technique, en se concentrant sur l'application des méthodes passives en milieu urbain. Nous nous sommes rapidement rendues compte qu'à partir du moment où l'on travaille dans un contexte déjà construit et non sur des terrains isolés, une nouvelle dimension rentre en compte et se doit d'être développée de manière approfondie. C'est cette prise de conscience qui nous a menées à séparer notre étude en deux carnets.

La première partie étant basée sur une prise de position en faveur de l'utilisation de méthodes low-tech, nous nous sommes rapidement retrouvées face au défi consistant à matérialiser cette pensée à travers un projet concret en milieu urbain. C'est précisément ce sujet que nous avons pu aborder avec plusieurs professionnels exerçant dans des domaines très différents tels que l'architecture, la physique du bâtiment, la philosophie, l'urbanisme, le paysagisme, la géographie ou encore la démocratie écologique. Ils nous ont tous donné un avis personnel sur la question, ce qui a contribué à élargir notre champ de vision et à nous guider sur la piste des ressources de la ville. Nous avons également été surprises de constater la multiplicité des sources traitant de ce type de réflexion.

Ces entretiens et lectures nous ont confirmé la pertinence de l'hypothèse de base visant à étendre la notion de ressources locales, occupant un rôle central dans l'approche bioclimatique, aux potentialités urbaines au sens large. Le dénominateur commun de toutes ces sources d'inspiration est le fait d'aborder le sujet des ressources de la ville en terme de réemploi, d'espaces interstitiels, d'énergie latente, de ressources cachées ou de ville symbiotique. Cette vision de la ville comme mine d'opportunités à saisir donne une nouvelle profondeur à notre recherche et nous pousse à changer notre regard sur la matière, la conception et la production.

L'aspect actuel de l'approche bioclimatique a pu être démontré à travers le chapitre dédié à l'historique de la conception passive de l'habitat. Les nombreuses expérimentations utilisant les énergies naturelles, ayant vu le jour dans les années suivant la crise pétrolière, étaient liées à une nécessité de se tourner vers les énergies renouvelables. On remarque que, même si la principale raison poussant les architectes de l'époque à se tourner vers ce type de solutions était le prix du pétrole plus que la crise écologique, on est aujourd'hui exactement dans le même type de préoccupations. Il semble donc essentiel de redécouvrir ces réalisations et de s'en inspirer dans le processus de conception contemporain.

Le projet que nous développerons au cours du semestre prochain peut être imaginé comme une combinaison des connaissances acquises aussi bien dans la partie théorique que dans la boîte à outils techniques. L'objectif du deuxième carnet a surtout été de répertorier une série d'outils concrets vers lesquels se tourner une fois le site défini. Le projet sera finalement une sorte de fragment de ville low-tech qui tenterait de mettre en pratique les principes d'une conception bioclimatique de l'habitat en milieu urbain.

Remerciements

Jean-Louis Scartezzini pour la disponibilité et le suivi tout au long du semestre

Luca Ortelli pour nous avoir aidées à clarifier nos pistes de recherche

Fred Hatt et Beat Kämpfen pour avoir accepté de suivre le développement du projet de master

Pierre Frey pour l'inspiration et les conseils

Dominique Bourg pour le temps accordé et les précieux documents transmis

Sebastien Marot pour la motivation et les sources

Silvia Coccolo pour les renseignements liés aux outils techniques

Marie Sagnières et Mélanie Surchat pour la relecture

Vincent de Marignac et l'appartement rue Mathurin-Cordier pour les bonnes ondes

7 Bibliographie

Livres

Bech-Danielsen, C. (2005). *Ecological Reflections In Architecture.* Copenhagen: The Danish Architectural Press

Bihouix, P. (2014a). *L'âge des low tech, Vers une civilisation techniquement soutenable*. Paris : Editions du Seuil

Boissonade, J. (2015). *La ville durable controversée, Les dynamiques urbaines dans le mouvement critique.* Paris : Pétra

Borasi, G., Zardini, M. (2007). *Désolé plus d'essence, l'innovation architecturale à la crise pétrolière de 1973.* Mantoue : Corraini

Bourg, D., Roch, P. (2012). *Sobriété volontaire, En quête de nouveaux modes de vie.* Genève : Labor et Fides

Clément, G. (2006). *Où en est l'herbe?* Paris : Actes Sud

Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design.* New York: Van Nostrand Reinhold

Guisan, F. & O. (2006). *Notre maison écologique, Rêver, Réaliser, Partager*. Bex: Publi-Libris SA

Haëntjens, J. (2011). *La ville frugale, Un modèle pour préparer l'après-pétrole*. Limoges : FYP éditions

Hopkins, R. (2010). *Manuel de transition, de la dépendance au pétrole à la résilience locale*. Montréal : Editions Ecosociété

Illich, Y. (1973). *La Convivialité*. Paris: Editions du Seuil

Krautheim, M., Pasel R., Pfeiffer S & Schultz-Granberg J. (2014). *City and Wind, Climate as an Architectural Instrument*. Berlin: DOM Publishers

Latouche, S. (2007). *Petit traité de la décroissance sereine*. Paris : Mille et une nuits

Latouche, S., Harpagès D. (2012). *Le temps de la décroissance*. Lormont : Le Bord de l'eau

Lefèvre, P. (2012). *Ressources de l'architecture pour une ville durable*. Rennes : Éditions Apogée

Lopez, F. (2004). *Le rêve d'une déconnexion, de la maison autonome à la cité auto-énergétique*. Paris : Editions de La Villette

Mazria, E. (1979). *The Passive Solar Energy Book, A complete guide to passive solar home, greenhouse and building design.* Emmaus, Pennsylvania : Rodale Press

Olgyay, V. (1963). *Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.* Princeton, New Jersey : Princeton University Press

Perlin, J. (2013). *Let It Shine, The 6,000-year Story of Solar Energy.* Novato,

California: New World Library

Rogers, R. (2000). *Des villes durables pour une petite planète.* Paris : Groupe Moniteur

Tabb, P. J. & Deviren A. S. (2013). *The Greening of Architecture, A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design.* Farnham, Surrey : Ashgate Publishing

Willemin, V. (2010). *Habiter demain, de l'utopie à la réalité.* Paris : Editions Alternatives

Chapitres d'ouvrages collectifs

Bertrand F., Guilbaud, M. (2013). Eloge de la flaque d'eau. Dans D. Alba (éd), *Ville visible, ressources cachées* (p. 70-89). Paris : Atelier parisien d'urbanisme

Charbonneau, J.P. (2012). Eloge de la simplicité et du recyclage. Dans T. Paquot, Y. Masson, M. Stathopoulos (éds), *AlterArchitectures Manifesto* (p. 170-179). Gollion : Infolio

Herzog, T. (2008). *Solar Architecture.* Dans Hegger M., Fuchs M., Stark T. & Zeumer M. (éds), *Energy Manual, Sustainable Architecture* (p. 28-31). Münich : Edition Detail

Knowles, R. L. (2011). *Solar Aesthetic.* Dans Lee S. (éd), *Aesthetics of Sustainable Architecture* (p. 50-65). Rotterdam: 010 Publishers

Viganò, P. (2012). Elements for a Theory of the City as Renewable Resource, A Design as research programme. Dans L. Fabian, E. Giannotti, P. Viganò (éds), *Recycling City, Lifecycles, Embodied Energy, Inclusion* (p. 13-23). Pordenone : Gravedoni Editore

Dans Choppin, J. & Delon, N. (éds), *Matière grise*. Paris : Editions du Pavillon d'Arsenal:

Bouchain, P. (2014a). *Un enfant de la ruine.* (p. 275-307)

Frey, P. (2014). *La bataille des chiffonniers.* (p. 89-96)

Huygen, J.M. (2014a). *Réemploi & Artisanat.* (p. 153-160)

Dans D'Arienzo, R., Lapenna, A., Rollot, M., Younès C. (éds), *Ressources urbaines latentes*. Accepté pour publication:

Cellamare, C. (2015). *Latent profects, urban appropriation, and self-organization*

D'Arienzo, R., Lapenna, A., Rollot, M., Younès C. (2015). *Avant propos*

Tufano, A. (2015). *Les clés de la latence : dispositifs conceptuels pour la fabrique du projet*

Dans D'Arienzo, R. & Younès, C. (éds), *Recycler l'urbain, pour une écologie des milieux habités.* Genève : MetisPresses:

Bouchain, P. (2014b). Pour une ville appropriée, cultivons l'impensé. (p. 233-240)

D'Arienzo, R. (2014). Liminalité : des restes urbains inévitables, ambigüs, précieux. (p. 53-70)

Huygen, J.M. (2014b). Réemploi, subsidiarité, architecture douce. (p. 389-408)

Rebois, D., Rollot, M. (2014). Upcycler l'urbain : quelles opportunités en jeu ? (p. 261-274)

Articles de périodiques

Basulto, D. (2015). Architecture In the Emerging World: More With Less. ark, Arkkitehti, *Finnish Architectural Review*, n.6. p. 10-15

Corboz, A. (1983). Le territoire comme palimpseste. *Diogène*. N°121, p. 14-35

Latouche, S. (2003). L'imposture du développement durable ou les habits neufs du développement. *Mondes en Développement*, vol.31, n°121, p. 23-30

Llena, C., Rodhain, F. (2006). Le mythe du développement durable. *Préventique Sécurité*, n°85, p. 41-47.

Marot, S. (2013). L'invité. *L'atelier*, Les lieux interdits, p. 25-27

Zuppiroli, L. (2015). La smart city, entre utopie, cauchemar et réalité. *Technologie réflexion*, p. 35-38

Textes législatifs

Bases pour les calculs énergétiques des bâtiments (01.04.2015), SIA 380

Sites internet

a21studio. (2015). *SaiGon house*. a21studio. Repéré à http://www.a21studio.com/vn/saigon-house-2015-36 (consulté le 1.1.2016)

Bihouix, P. (2014b, 1 juin). *Low-tech : Il va falloir apprendre à s'appauvrir.* L'OBS avec Rue 89. Repéré à http://rue89.nouvelobs.com/2014/06/01/low-tech-va-falloir-apprendre-a-sappauvrir-252389 (consulté le 25.10.15)

Ecosistema urbano. (2004). *Eco-boulevard*. ecosistema urbano, portfolio. Repéré à http://ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard (consulté le 1.1.2016)

Rey, E. (2013, 5 septembre). *Vers la ville symbiotique.* Association Ecoparc, concrétiser le développement durable. Repéré à http://www.ecoparc.ch/nos-evenements/nos-forums/forum13/ (consulté le 29.12.15)

Conférences

Bouchain, P. (2013, 26 novembre). *Ville ouverte – Penser en construisant*. Expositions et conférences d'architecture Archizoom. Repéré à http://archizoom.epfl.ch/op/edit/page-98580.html (consulté le 23.12.15)

Infrarouge (2015, 24 novembre). *Conférence sur le climat à Paris : quelle urgence?* Radio Télévision Suisse. Repéré à http://www.rts.ch/play/tv/infrarouge/video/conference-sur-le-climat-a-paris-quelle-urgence?id=7282803(consultéle02.12.15)

Entretiens

Bourg, Dominique : 1 décembre 2015

Frey, Pierre : 11 novembre 2015

Marot, Sébastien : 12 novembre

Autres documents

Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies. (1987). *Our Common Future*. Oxford : Oxford University Press

Laugier, R. (2013). *La ville de demain : intelligente, résiliente, frugale, post-carbone ou autre*. Paris : Ministère de l'égalité des territoires et du logement, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

Iconographie

p. 20

Fig. 1, 2 & 3: Olgyay, V. (1963). Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton, New Jersey : Princeton University Press

p. 22

Fig. 4: Choppin, J. & Delon, N. (éds). (2014). *Matière grise*. Paris : Editions du Pavillon d'Arsenal

p. 24

Fig. 5: New Alchemy Institute. Repéré à https://newalchemists.files.wordpress.com/2015/01/nai-journal-4.pdf (consulté le 01.01.16)

Fig. 6: Borasi, G., Zardini, M. (2007). *Désolé plus d'essence, l'innovation architecturale à la crise pétrolière de 1973*. Mantoue : Corraini

Fig. 7: Centre for alternative technology. Repéré à http://archive.cat.org.uk/images/document_archive/4._Energy_and_Buildings_at_the_Centre_for_Alternative_Technology_Technical_Information_Report_No.1_.pdf (consulté le 01.01.16)

p. 26

Fig. 8: Borasi, G., Zardini, M. (2007). *Désolé plus d'essence, l'innovation architecturale à la crise pétrolière de 1973*. Mantoue : Corraini

p. 28

Fig. 9: Borasi, G., Zardini, M. (2007). *Désolé plus d'essence, l'innovation architecturale à la crise pétrolière de 1973*. Mantoue : Corraini

Fig. 10: Givoni, B. (1998). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: Van Nostrand Reinhold

p. 30

Fig. 11: Borasi, G., Zardini, M. (2007). *Désolé plus d'essence, l'innovation architecturale à la crise pétrolière de 1973*. Mantoue : Corraini

Fig. 12: Bech-Danielsen, C. (2005). *Ecological Reflections In Architecture.* Copenhagen: The Danish Architectural Press

p. 32

Fig. 13, 14 & 15: Lefèvre, P. (2012). *Ressources de l'architecture pour une ville durable*. Rennes : Éditions Apogée

p. 34

Fig. 16: Lee S. (éd). (2011). *Aesthetics of Sustainable Architecture*. Rotterdam: 010 Publishers

Fig. 17: T. R. Hamzah & Y. Sdn. Bhd. Repéré à http://www.hamzahyeang.com/2013/09/menara-mesiniaga/ (consulté le 01.01.16)

Fig. 18: Lefèvre, P. (2012). *Ressources de l'architecture pour une ville durable*. Rennes : Éditions Apogée

p. 58-59

Fig. 19, 20 & 21: Choppin, J. & Delon, N. (éds). (2014). *Matière grise.* Paris : Editions du Pavillon d'Arsenal

p. 62-63

Fig. 22, 23 & 24: a21studio. Repéré à http://www.a21studio.com/vn/saigon-house-2015-36 (consulté le 1.1.2016)

p. 66-67

Fig. 25, 26, 27 & 28: Bech-Danielsen, C. (2005). *Ecological Reflections In Architecture*. Copenhagen: The Danish Architectural Press

p. 70-71

Fig. 29, 30 & 31: Guisan, F. & O. (2006). *Notre maison écologique, Rêver, Réaliser, Partager*. Bex: Publi-Libris SA

p. 74-75

Fig. 32 & 33: Ecosistema urbano. (2004). *Eco-boulevard*. ecosistema urbano, portfolio. Repéré à http://ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard (consulté le 1.1.2016)